Münster.1933.№3 Jur. Diss.

Die Motorisierung der deutschen Binnenschiffahrt

Inauguraldissertation

zur Erlangung der staatswissenschaftlichen Doktorwürde
einer Hohen Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster i. Westf.

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Theodor Windel
aus Bielefeld

1933

Gedruckt in der Josefs-Druckerei, Bigge-Ruhr

Die Motorisierung der deutschen Binnenschiffahrt

Inauguraldissertation

zur Erlangung der staatswissenschaftlichen Doktorwürde
einer Hohen Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster i. Westf.

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Theodor Windel
aus Bielefeld

1933

Gedruckt in der Josefs-Druckerei, Bigge-Ruhr

Referent: Herr Prof. Dr. Bruck
Korreferent: Herr Prof. Dr. Weber

Vorwort.

Man pflegt in der Volkswirtschaftslehre das Erfahrungsobjekt u. a. einer doppelten Betrachtung zu unterziehen, indem man einmal danach fragt, wie sich das Wirtschaftsleben bei gegebenem Stande der Technik gestaltet, das andere Mal, welche Wirkungen technische Neuerungen auf das Wirtschaftsleben ausüben. Es ist das Ziel der vorliegenden Abhandlung, im Sinne der letztgenannten Betrachtungsweise den Einfluß des wichtigsten technischen Fortschrittes, den die letzten Jahrzehnte auf dem Gebiete des Schiffbaues gebracht haben, nämlich der „Motorisierung", auf die Binnenschiffahrt erkennen zu lassen, soweit diese die Güterbeförderung betrifft. Das setzt eine Darstellung dessen voraus, was als das Wesen der Umstellung vom Schiffsantrieb durch Dampfkraft auch den durch Motorkraft anzusehen ist. Noch sind nur Ansätze der neuen Entwicklungsrichtung zu erkennen, und diese selbst kann vorläufig in ihrer vermutlichen Fortsetzung nur vorgestellt werden, indem man sich die aus jenem technischen Fortschritte folgenden Konsequenzen in einem den gegenwärtigen Stand weit überragenden Maße verwirklicht denkt.

Zur Klarstellung dieser erst schwach erkennbaren Umstellung der Binnenschiffahrt in technischer, und daraus folgend in wirtschaftlicher Hinsicht, ist eine Kenntnis des bisherigen Charakters der Binnenschiffahrt notwendig, die der Verfasser in einer umfassenden statistischen Darlegung des Schiffsbestandes zu erläutern unternimmt, um die Tendenz der bisherigen Entwicklung zu veranschaulichen und die Wandlung, die sich in der Beförderungstechnik auf den Binnenwasserstraßen ankündigt, desto deutlicher hervortreten zu lassen.

Aus der durch die Statistik zu Tage tretenden Tatsache des Kampfes der neuen mit der alten Betriebsweise ergibt sich alsdann eine Untersuchung der Ursachen und Folgen dieses Kampfes in technisch-betriebswirtschaftlicher Hinsicht und die Darlegung seiner Auswirkungen vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus.

Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich von Herrn Professor Dr. W. F. Bruck und es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinen ganz besonderen Dank für seine Ratschläge und für das entgegengebrachte Interesse abzustatten. Entstanden ist die Arbeit im Verkehrsseminar von Herrn Professor Dr. W. F. Bruck unter Anregungen und wissenschaftlichen Unterstützungen durch Herrn Dr. Aug. Bieling, dem ich hierfür zu Dank verpflichtet bin.

Bielefeld, im Februar 1933. Theodor Windel.

Kurz vor Beendigung des Druckes der vorliegenden Untersuchungen ist in der französischen Binnenschiffahrt ein Konflikt ausgebrochen, der zu Arbeitsniederlegungen führte. Es handelt sich um einen Streit zwischen Schleppkahn und Motorschiff und ist das beste Zeichen der starken Strukturänderung in der Beförderungsmethode in der Binnenschiffahrt.

Die Frankfurter Zeitung[1]) schreibt hierüber folgendes:

Schleppkahn gegen Motorkahn.

Paris, 21. Aug. In der französischen Binnenschiffahrt ist ein Konflikt ausgebrochen, der den Verkehr auf den Wasserstraßen in Nordfrankreich weitgehend stillegt. Dieser Konflikt bietet besonderes Interesse, da er ein bemerkenswertes Beispiel für die Schwierigkeiten darstellt, die sich aus der Anpassung der bestehenden wirtschaftlichen Formen an den technischen Fortschritt ergeben. Es handelt sich nicht etwa um einen Konflikt der Arbeitgeber und Arbeitnehmer, sondern um einen Streit zwischen zwei Arten von Transportmitteln, nämlich zwischen dem Schleppkahn und dem Motorkahn.

Die Schleppkähne leiden seit einigen Jahren in wachsendem Maße unter der Konkurrenz der schnelleren und beweglicheren Motorkähne, zumal die bestehende Wasserstraßenordnung die letzteren begünstigt und ihnen so insbesondere die Möglichkeit gibt, die Schleusen nachts zu passieren und auch sonst die Schleppkähne zu überholen. Die Besitzer der Schleppkähne haben sich gegen diese Konkurrenz aufgelehnt und fordern ein Verbot der nächtlichen Durchfahrt der Schleusen für die Motorkähne sowie verschiedene andere Aenderungen der Wasserstraßenordnung. Um ihren Forderungen größeren Nachdruck zu verleihen, sind sie in den Streik getreten.

Die Regierung ist bemüht, eine für beide Parteien annehmbare Beilegung des Konflikts zu finden, doch bislang ohne Erfolg. Die Schwierigkeiten der Regierung sind ohne weiteres verständlich, wenn man die wirtschaftlichen Momente berücksichtigt, die den eigentlichen Ursprung dieses Konflikts bilden. Die Wasserstraßen in Nord- und Ostfrankreich sind

[1]) Frankfurter Zeitung vom 22. August 1933.

nämlich im Laufe der Nachkriegsjahre weitgehend elektrifiziert worden. Noch ehe aber das Werk der Elektrifizierung der Kanäle und Wasserstraßen abgeschlossen wurde, entstand für den alten Schleppkahn eine neue Konkurrenz in Gestalt eines mit einem Dieselmotor versehenen Kahns. Die Zahl der Motorkähne hat sich im Laufe der letzten Jahre stark vermehrt. Während im Jahre 1921 auf sie nur 3,6 Prozent des gesamten Verkehrs entfielen, sollen sie im Jahre 1931 bereits 24,6 Prozent bewältigt haben. Das Gewicht der von den Motorkähnen beförderten Güter soll sich in diesen zehn Jahren verzwanzigfacht haben. Ihre Fortschritte verdanken sie ihrer Schnelligkeit und ihrer größeren Beweglichkeit. Während ein Motorkahn den Weg von Jeumont nach Paris (364 Kilometer und 64 Schleusen) in 10 bis 12 Tagen zurücklegt, braucht ein gewöhnlicher Schleppkahn dafür nicht weniger als 16 bis 18 Tage. Infolgedessen stellt sich der Transport auf den Motorkähnen wesentlich billiger als auf den Schleppkähnen. Es tritt noch hinzu, daß die Motorkähne zu einem wesentlichen Teil ausländischen Ursprungs sind und dem Transitverkehr von Belgien und Holland nach Rouen und Paris dienen. Auf der Oise zum Beispiel sollen etwa die Hälfte der Motorkähne ausländischen Ursprungs sein. Dieser Umstand trägt selbstverständlich dazu bei, die Unzufriedenheit der Schleppschiffer zu verstärken. Die Regierung bemüht sich, einen Ausgleich der Gegensätze herbeizuführen, ohne den technischen Fortschritt zu hemmen; eine leichte Aufgabe wird das nicht sein.

Inhalt.

Seite

Vorwort

1. Teil: Die Entwicklung der deutschen Binnenflotte 1

I. Einleitung zur Statistik 1

II. Statistik der Entwicklung der gesamten deutschen Binnenflotte 5

2. Teil: Die Bedeutung der Motorisierung in schiffahrtstechnischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht 19

I. Allgemeines zur geschichtlichen Entwicklung. Durchführung der statistischen Analyse 19

II. Im besonderen 30

1. Schleppbetrieb 30

a) Geschichtliches über die bisherige Entwicklung . . 30

b) Die Qualität der Leistungen 40

c) Die Wirtschaftlichkeit 44

2. Selbstfahrerbetrieb 53

a) Geschichtliches über die bisherige Entwicklung . . 53

b) Die Qualität der Leistungen 64

c) Die Wirtschaftlichkeit 67

III. Allgemeine betriebswirtschaftliche und technische Fragen . . 74

A. Betriebswirtschaftliche Fragen 74

B. Technische Fragen 78

3. Teil: Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Motorisierung . . 87

I. Abhängigkeit der Motorisierung von den Wasserstraßenverhältnissen 87

II. Abhängigkeit der Motorisierung vom Verkehrsumfang . . 91

III. Abhängigkeit der Motorisierung von der Konkurrenz . . 92

IV. Einfluß der Motorisierung auf die gesamte Verkehrswirtschaft 93

V. Abhängigkeit der Motorisierung vom Kapitalmarkt. . . 98

VI. Die Motorisierung und die Organisation der Binnenschiffahrt 100

Benutzte Literatur.

A. Jahrbücher, Zeitschriften.

1. Statistik des Deutschen Reiches. Bände 308 I, 313 I, 322 I, 326 I, 345, 356, 367.
2. Bestand der deutschen Binnenschiffahrt. Bände: 364 und 343 der Statistik des Deutschen Reiches.
3. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Jahrgänge 1927, 1930.
4. Vierteljahrshefte zur Statistik 1927 bis 1930.
5. Wirtschaftsdienst. Jahrgänge 1927 bis 1930.
6. Wirtschaft und Statistik. Jahrgänge 1927 bis 1930.
7. Rheinschiffsregister 1926 und 1930.
8. Wirtschaft und Verkehr, Düsseldorf 1931.
9. Lloyds Register 1929 und 1930.
10. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Jahrgänge 1926 bis 1932.
11. Hansa, Deutsche Schiffahrtszeitschrift. Jahrgänge 1929 bis 1932.

B. Bücher.

1. Bruck-Schmedes, Britische Verkehrsprobleme I. 1931.
2. Dr. Hugo Danner, Die Bedeutung der Binnenschiffahrt für die Volkswirtschaft und den Wiederaufbau. 1922.
3. Die Deutsche Rheinschiffahrt. Gutachten der Rhein-Kommission über die Lage der Rheinschiffahrt und der in ihr beschäftigten Arbeitnehmer, erstattet von Harms, Kuske und Most. Wiss. Sekretär Predöhl, Berlin 1930.
4. Handbuch der deutschen Binnenschiffahrt, Berlin 1910.
5. Kröger-Porchardt, Die Erdölwirtschaft der Welt. 1926.
6. Bruno Schmitz-Lenders, Inaugural-Dissertation: Die Verwendung der flüssigen Brennstoffe in der Hochseehandelsflotte.
7. Scholz, Schiffsölmaschinen. Berlin 1924 bis 1926.
8. Sympher-Soldan, Die Wasserwirtschaft Deutschlands. 3 Bände, 1922 bis 1925.
9. Teubert, Oskar, Die Binnenschiffahrt, erste Auflage, 2 Bände, Leipzig 1912 und 1918.
10. Teubert, Binnenschiffahrt, zweite Auflage, Leipzig 1932.
11. Wiedenfeld, Grundriß der Sozialökonomik. V. Abteilung, III. Teil Transportwesen. 1930.

Abkürzungen.

Z. f. B. = Zeitschrift für Binnenschiffahrt.
W. R. H. = Werft, Reederei und Hafen.
Zeitschrift V. D. I. = Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546002_0019

1. Teil.

Die Entwicklung der deutschen Binnenflotte.

I. Einleitung zur Statistik.

Mechanisierung als Rationalisierungsmittel.

Die Gegenwart und die jüngste Vergangenheit der Wirtschaft stehen unter dem Zeichen der Industrialisierung. Teils Notwendigkeit des Wirtschaftskampfes im Inlande und mit dem Auslande, teils auch nur die Unmöglichkeit, die technische Entwicklung aufzuhalten oder umzulenken, haben zu einer allgemeinen Mechanisierung und Technisierung mit dem Prinzip der Rationalisierung auf jeglichem Gebiet geführt. Die Maschine hielt ihren triumphalen Einzug und rechtfertigte ihre Existenz erstens durch raschere, exaktere und billigere Produktion, zweitens durch schnellere und zuverlässigere Beförderung der Erzeugnisse und damit unter normalen Verhältnissen und bei einem gesunden Wirtschaftsleben wieder durch schnellere und gewinnsteigernde Umsetzung der Wirtschaftsprodukte.

Hauptsächlich Eisenbahn, Kraftwagen und Schiffahrt dienen im zweiten Fall heute zur Fortbewegung von Rohprodukten und erzeugten Gütern. Dabei sind Eisenbahn und Kraftwagen die heute überhaupt nur mechanisiert denkbaren Beförderungsmittel, die die einstigen Pferdekräfte — im wörtlichen Sinne des Wortes gemeint — durch ihre vielfache Wirkungssteigerung nahezu ganz aus der Konkurrenz ausgeschaltet haben.

Die Schiffahrt kann nicht so allgemein betrachtet werden, und es ist ein Unterschied zu machen zwischen See-Hochseefischerei- und Küstenschiffahrt einerseits und Binnenschiffahrt andererseits. Seeschiffahrt einschließlich Hochseefischereischiffahrt sind ohne mechanische Kraft eines jeden Schiffes nach modernen Begriffen ebenso undenkbar geworden wie Eisenbahnen ohne Maschinen. Auch die Küstenfischereischiffahrt ist durch die Konkurrenz mit dem Auslande und die Ansprüche der Konsumenten dazu gebracht worden, um die Ladung, die Fische, schnellstens einholen und abliefern zu können, die Schiffe zum größten Teil mit Fortbewegungsmaschinen zu versehen. Besonders die schwedische und dänische Küstenfischereischiffahrt war schon viele Jahre vor der

deutschen mit eigener Triebkraft ausgerüstet und abgesehen von der Verwendung der Dampfkraft besonders weitgehend mit Motoren versehen worden und bot dementsprechend ein Vorbild zur Nacheiferung. So hat sich nach der Dampfkraft in neuester Zeit der Motorantrieb das Gebiet der See- und Küstenschiffahrt erobert.

Die Binnenschiffahrt hingegen hat mit der neuen fortschrittlichen Entwicklung der Mechanisierung der See- und Küstenschiffahrt nicht in gleicher Weise und zu gleicher Zeit Schritt gehalten, obwohl sie ebenso wie letztere die schon seit Jahrtausenden benutzte Entfernungsverbindung ist. Die Mechanisierung der Binnenschiffahrt hat mit Einspannung der Dampfkraft in ihren Betrieb eingesetzt, indem zunächst Dampfschlepper als Traktoren unmechanisierter Schiffe und später daneben auch Frachtschiffe mit eigener Dampfkraft verwendet wurden. Da aber Erfindung und Entwicklung bei der Type Dampfmaschine nicht stehen geblieben sind, sondern neue Maschinen, wie Glühkopfmotore, Dieselmotore und andere Verbrennungsmotore ins Leben gerufen haben, die, wie aus der Arbeit hervorgehen wird, so viele Vorteile besitzen, daß sie gegenüber der Dampfmaschine den Vorzug verdienen, bedeutet die Motorisierung den neuesten Fortschritt und ist als Zukunftsaufgabe des Binnenschiffbaues anzusehen.

Diese Allgemeinbetrachtung ist zunächst hier schon notwendig zur Erläuterung des zusammenfassenden Begriffes: „Mechanisierung", sie soll im Laufe der Arbeit an geeigneter Stelle vertieft werden.

Wenn in der nunmehr folgenden Aufstellung über den Schiffsbestand der Binnenflotte eine Einteilung in Schiffe mit und ohne eigene Triebkraft vorgenommen wird, so ist hiermit schon die Verschiedenartigkeit der Schiffsgattungen gekennzeichnet, und zwar ist unter der Bezeichnung „eigene Triebkraft" sowohl Dampf- wie Motorkraft zu verstehen. Diese Zusammenfassung der Mechanisierung in einem Begriff ist zunächst deshalb notwendig, da die dieser Abhandlung zugrundeliegende Statistik des deutschen Reichs für den größten Teil der zurückliegenden Jahre bis 1926 keine Gliederung der Schiffe nach ihrer Antriebsart vornahm.

Anlage der Statistik.

Die statistische Aufstellung betrifft zunächst die Entwicklung der Größenverhältnisse der Binnenflotte insgesamt, alsdann die auf den drei wichtigsten Wasserstraßengebieten Rhein, Elbe, Oder. Die Untersuchungen erstrecken sich jeweils auf die Jahre 1912 und 1924[1]) und 1926 bis 1930 resp., wo Zahlen vorliegen, bis 1931. Eine gesonderte Betrachtung dieser beiden Zeitabschnitte

[1]) Die dazwischen liegenden Jahre sind wegen des geringen Erkenntniswertes in der Regel nicht berücksichtigt.

war erforderlich, da die statistischen Unterlagen jeweils anders aufgebaut waren und es wünschenswert war, die Vorkriegszeit in die Betrachtung mit einzuschließen.

Einteilung der Statistik.

Für die allgemeine statistische Grundlegung wird folgende Einteilung gewählt:

A Zusammenfassende Darstellung für alle deutschen Wasserstraßengebiete.

Tabelle 1. Bestand der Schiffe mit und ohne eigene Triebkraft.
Tabelle 2. Bestand der Schiffe ohne eigene Triebkraft.
Tabelle 3. Bestand an Frachtschiffen mit eigener Triebkraft.
Tabelle 4. Bestand an Schleppern.
Tabelle 5. Verkehr von angekommenen und abgegangenen Frachtschiffen mit und ohne eigene Triebkraft.

B. Darstellung für Rhein, Elbe und Oder.

Tabelle 6. Zusammengefaßter Bestand der Schiffe mit und ohne eigene Triebkraft.
Tabelle 7. Bestand der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft.
Tabelle 8. Bestand an Schleppern.
Tabelle 9. Bestand an Frachtschiffen.
Tabelle 10. Anteil der Ein- und Ausladungen auf Schiffen mit eigener und ohne eigene Triebkraft in den wichtigeren Häfen.
Tabelle 11. Verhältnis der Anzahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft zu ihrem Anteil der Ladungen an der tonnenmäßigen Menge.

Allgemeine Bemerkungen.

In der deutschen Bestandsstatistik sind Personenschiffe, kombinierte Personen- und Frachtschiffe, Tankschiffe und Schiffe für besondere Zwecke nur in den Hauptsummen (Zahlen der gesamten Binnenschiffe) mit enthalten.

Die besondere Untersuchung beschränkt sich auf Schlepper, auf Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft und auf Frachtschiffe mit eigener Triebkraft, da diese von hauptsächlicher Bedeutung für die Wirtschaft sind.

Der Bestand an Schleppern ist ohne Rücksicht auf Tragfähigkeit, soweit sie nicht Regierungsfahrzeuge sind, angegeben, jedoch einschließlich der Fahrzeuge der staatlichen Schleppämter.

Schiffe ohne eigene Triebkraft sind registriert worden, soweit sie zur gewerbsmäßigen Frachtbeförderung dienen, und zwar von 21 t ab aufwärts und bis 1925 einschließlich der Hamburger Schuten ohne eigene Triebkraft.

Beim Bestand an Schiffen mit eigener Triebkraft außer den Schleppern sind bis einschließlich 1923 Schiffe jeglicher Größe gezählt worden, von 1924 ab jedoch erst von einer Mindesttragfähigkeit von 16 t pro Schiff an.

Die angegebenen Zahlen: Bestand, Tragfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen beziehen sich jedesmal auf die Verhältnisse am Ende der betreffenden Jahre. Sie sind im großen und ganzen aus den Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamtes entnommen.

Ein einwandfreies Bild über die auf den deutschen Wasserstraßen verkehrende Flotte konnte nicht erzielt werden, weil die deutsche Bestandsstatistik nur die deutschen Binnenschiffe angibt und keinen Einblick gibt in die auf den deutschen Flüssen verkehrende ausländische Schiffahrt [2]).

Erhebungsmethoden des statistischen Reichsamts.

Noch einige Bemerkungen seien über die Erhebungsmethoden des Statistischen Reichsamts gemacht. Während das Vorkriegsmaterial jeweils von 5 zu 5 Jahren, das letzte Mal 1912, durch direkte Befragung der Schiffseigner mittels Zählkarten beschafft worden ist, beruhen die Nachkriegszahlen auf einer Fortschreibung des für die Abgabe von Binnenschiffen auf Grund des Versailler Vertrages aufgestellten Binnenschiffsregisters, das fortlaufend weitergeführt wird aufgrund von Mitteilungen der Schiffsregister, Schiffsaich- und ähnlicher Behörden sowie der Schiffsbeteiligten selbst. Von verschiedenen Seiten wird die Selbständigkeit und Zuverlässigkeit dieses Katasters bezweifelt. Das Gutachten der Rhein-Kommission [3]) kommt aber zu dem Resultat, daß etwaige Mängel durch spätere Korrekturen behoben worden seien, und daß auch die Fortschreibung im allgemeinen korrekt erfolgt sei. Aus diesem Grunde ist für die vorliegende Arbeit das öffentliche Zahlenmaterial benutzt worden, obwohl die Zahlen nicht ungeprüft übernommen werden konnten, da des öfteren für einen Posten zweierlei Werte angegeben sind.

---

[2]) Immerhin gibt für den wichtigsten Fall, den Rhein, das Rheinschiffsregister Auskunft über die Gesamttonnage.

[3]) Die deutsche Rheinschiffahrt. Gutachten der Rhein-Kommission über die Lage der Rhein-Schiffahrt und der in ihr beschäftigten Arbeitnehmer. Berlin 1930. Seite 165.

II. Statistik der Entwicklung der gesamten deutschen Binnenflotte.

A. Zusammenfassende Darstellung für alle Wasserstraßen [4]).

Tabelle 1.

Bestand der Schiffe mit und ohne eigene Triebkraft.

Jahr	Anzahl der Schiffe insgesamt	Tragfähigkeit in 1000 t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS	
1877*)	17 463	1 407	35	*) Altes Reichsgebiet.
1912**)	27 345	6 973	611	**) Neues Reichsgebiet.
1924	22 882	6 794	632	***) Ab 1926 ausschl. der Hamburger Schuten ohne eigene Triebkraft.
1925	23 502	6 920	658	
1926***)	18 134	6 397	675	
1927	18 679	6 512	693	
1928	19 105	6 630	719	
1929	19 429	6 748	743	
1930 [5])	19 166	6 726	741	
1931				

487 000 t mußten auf Grund des Diktates von Versailles abgeliefert werden, hingegen ist die Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen, trotzdem 45 000 PS abgeliefert wurden, um 21,8% gestiegen, was schon das Fortschreiten der Mechanisierung beweist. Am deutschen Schiffsbestande von 1924 gemessen, betrugen die Ablieferungen Deutschlands zusammen 7,4% der Tragfähigkeit und 9,4% der Maschinenstärke der gesamten deutschen Binnenflotte. Der weitaus größere Teil entfällt auf die Rheinflotte, da Frankreich eine eigene Rheinflotte erhielt, um als neuer Anliegerstaat am Rhein mit einer eigenen Rheinflotte mit der deutschen Rheinschiffahrt in Wettbewerb treten zu können.

Ab 1926 sind die Hamburger Schuten ohne eigene Triebkraft in der Reichsstatistik nicht mehr mit eingerechnet worden, für die Jahre vorher war es leider nicht möglich, die Zahlen ausschließlich der Hamburger Schuten zu erhalten.

An Schiffen ohne eigene Triebkraft wurden auf Grund des Versailler Diktats im Laufe der Jahre 1921 bis 1923 486 Schiffe ohne eigene Triebkraft mit 480 700 t Tragfähigkeit abgeliefert.

---

[4]) Statistik des Deutschen Reiches, Bde. 208 I, 313 I, 322 I, 326 I, 343, 345, 356, 364, 367.

[5]) Beim Vergleich der deutschen Binnenflotte mit der deutschen Seehandelsflotte ergibt sich, daß 1930 die Zahl der Binnenschiffe 4$^{3}/_{4}$ mal so groß, ihre Tragfähigkeit etwas um die Hälfte größer als die der deutschen Seehandelsflotte ist.

Tabelle 2.

Bestand der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft.
Gesamter Bestand.

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in 1000 t	Durchschnittl. Tragfähigkeit in t	
1877*)	16 893	1 567	81	*) Altes Reichsgebiet
1912**)	23 127	6 719	291	**) Neues Reichsgebiet
1924	19 229	6 503	338	***) Ab 1626 ausschließl. Hamburger Schuten
1925	19 481	6 611	339	
1926***)	14 112	6 076	428	
1927	14 383	6 164	429	
1928	14 492	6 239	431	
1929	14 557	6 324	434	
1930	14 356	6 287	438	
1931				

Tabelle 3.

Bestand an Frachtschiffen mit eigener Triebkraft.

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in 1000 t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS	Durchschnittliche	
				PS/Schiff	t/Schiff
1912	937	113	55	59	120
1924	646	143	66	102	220
1925	723	157	73	101	219
1926	791	174	75	95	220
1927	982	199	83	85	203
1928	1 173	239	96	83	203
1929	1 328	271	107	82	204
1930					

Fortschreitende Mechanisierung der Frachtschiffe.

Die Weiterentwicklung der mechanisierten Frachtschiffe im Vergleich zu der der unmechanisierten Frachtschiffe für 1926 bis 1929 ergibt sich aus folgenden Zahlen (Tabelle 2 und Tabelle 3).

	Frachtschiffe	
	ohne eigene Triebkraft	mit eigener Triebkraft
Anzahl	+ 445 = + 3,2%	+ 537 = + 68%
Tragfähigkeit	+ 248 000 t = + 4,1%	+ 97 000 t = + 55,7%
Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen	—	+ 32 000 PS = + 43%
Durchschnittliche Leistungsfähigkeit	—	— 13 PS = — 13,7%
Durchschnittliche Tragfähigkeit	+ 6 t = + 1,4%	— 16 t = — 7,3%

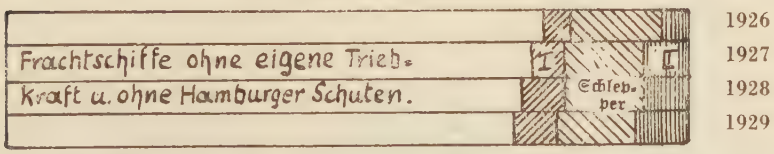
Wie schon aus Tabelle 3, so ist hier noch deutlicher zu erkennen, wie außerordentlich groß das prozentuale Steigen der Zahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft ist. Wenn auch die Gesamtzahl der Schiffe ohne eigene Triebkraft die Gesamtzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft weit überwiegt, so beweist doch das gegenüber dem schon vorhandenen Bestand sehr geringe Ansteigen der Zahl der Neuanschaffungen bei Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft gegenüber dem jähen Ansteigen bei Frachtschiffen mit eigener Triebkraft deutlich das Vorrücken der Mechanisierung, wenn auch vorerst ohne großen Einfluß auf das Gesamtbild der Binnenschiffahrt. (Siehe auch Balkendiagramm 1). Parallel damit läuft das ebenso starke prozentuale Ansteigen der Tragfähigkeit der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft, die allerdings im Gesamtbild auch noch kaum merklich wird.

Prozentualer Anteil der Frachtschiffe mit und ohne eigene Triebkraft am Gesamtbestand.

Nachstehende Zahlentafel sowie das entsprechende Balkendiagramm 1 geben ein Gesamtbild und veranschaulichen nochmals die prozentuale Zunahme der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft auf Kosten der Schiffe ohne Triebkraft. Um gleich einen Ueberblick über die Gesamtentwicklung der Binnenschiffe zu erhalten, ist die zweite Gruppe der mechanisierten Schiffe, die Schlepper, deren Zahlenwerte unter Tabelle 4 zu finden sind, mit hinzugenommen worden.

im Jahre	Es entfallen: auf Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft und ohne Hamburger Schuten %	auf Frachtschiffe mit eigener Triebkraft %	auf Schlepper %
1926	78	4,4	12,4
1927	77	5,3	12,1
1928	76	6,2	12,2
1929	75	6,8	12,2
1930			

Balkendiagramm 1.



I = Frachtschiffe mit eigener Triebkraft.
II = andere Schiffe.

Wenn auch, wie gesagt, der Einfluß der mechanisierten Frachtschiffe im Vergleich zur gesamten deutschen Binnenschiffahrt noch nicht groß ist, so zeigt doch das Balkendiagramm deutlich, daß prozentual der große Bestand an Schiffen ohne eigene Trieb-

kraft einen Rückgang im gesamten Schiffsbestand erleidet und die Mechanisierung der Schiffe prozentual fortschreitet.

Die Gesamtzahl der deutschen Binnenschiffe hat von 1912 bis 1924 um 16%, die Gesamtzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft in derselben Zeit ebenfalls um 16%, die Anzahl der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft um 17% abgenommen; nur die Anzahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft ist um 170% gestiegen. Daraus geht hervor, daß in dieser Periode auf die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft der Hauptanteil an Neubauten entfällt.

Leistungsfähigkeit.

Das stetige Zurückgehen der durchschnittlichen Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen ist darauf zurückzuführen, daß man anfangs die Schiffe mit besonders starken Maschinen ausrüsten mußte, um die gewünschte Geschwindigkeit und Zugfähigkeit zu erzielen, was man später durch verbesserten Schraubenwirkungsgrad, Verbesserung der Schiffsform und durch schnellaufende Motoren ersetzte, daß man also später die Stärke der Antriebskraft vermindern konnte. Auf diese Tatsache wird noch in Teil III B näher eingegangen werden. Auf jeden Fall muß bei einem Vergleich der Leistungsfähigkeiten der Fortbewegungsmaschinen verschiedener Jahre sehr vorsichtig vorgegangen werden.

Tabelle 4.

Bestand an Schleppern.

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in 1000 t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS	Durchschnittlich	
				PS/Schiff	t/Schiff
1912	1 941	101	426	220	52
1924	2 194	104	484	220	52
1925	2 271	107	492	220	49
1926	2 254	108	493	219	48
1927	2 255	107	498	221	47
1928	2 328	108	508	218	46
1929	2 360	105	511	217	45
1930	2 281		504	221	

Betrachtung der Jahre 1912 bis 1924.

Abgeliefert wurden auf Grund des Versailler Vertrages in den Jahren 1921 bis 1932 74 Schleppdampfer mit 45 000 PS. Im Gegensatz zu dem gesamten Bestand an Schiffen und dem Gesamtbestand an Schiffen mit eigener Triebkraft haben die Schlepper nach allen ihren Merkmalen zugenommen. Bei der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen haben aber die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft den prozentualen Mehranteil. Nachstehende Tabelle mit folgendem Balkendiagramm

möge dieses darlegen. Die Gesamtleistungsfähigkeit der Maschinen verteilt sich

im Jahre	auf Schlepper	auf Frachtschiffe
1926	73%	11%
1927	72%	12%
1928	71%	13,4%
1929	69%	14,5%
1930		

Balkendiagramm 2a.

Es ist deutlich zu ersehen, wie die Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen zum Vorteil der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft auch relativ zunimmt trotz der einstweiligen Ueberlegenheit des Schlepperanteils.

Prozentuale Anzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft untereinander.

Der prozentuale Anteil der Frachtschiffe an der Gesamtheit der Schiffe mit eigener Triebkraft (siehe nachstehende Zahlentafel und Balkendiagramm 2b) ist auch der Zahl nach im Vergleich mit den Schleppern gewachsen. Die Entwicklung von Anzahl und Leistungsfähigkeit geht also Hand in Hand.

Die Anzahl beträgt

im Jahre	bei Schleppern	bei Frachtschiffen
1926	55%	19,0%
1927	52,5%	23,0%
1928	50,5%	25,5%
1929	49%	27,0%
1930		

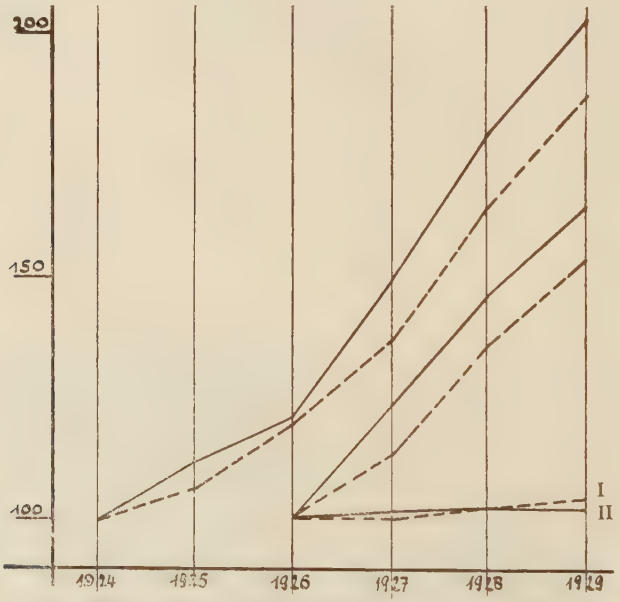
Balkendiagramm 2b.

Einen nochmaligen gesamten Ueberblick über die Entwicklung der Frachtschiffe ohne eigene und mit eigener Triebkraft sowie der Schlepper gibt folgende Zusammenstellung, bei der die Zahlen der Jahre 1924 resp. 1926 gleich 100 gesetzt sind:

	Jahr	Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft	Frachtschiffe mit eigener Triebkraft		Schlepper	
		1926 = 100	1904 = 100	1926 = 100	1924 = 100	1926 = 100
Anzahl	1924		100		100	
	1925		112		103	
	1926	100	123	100	102	100
	1927	102	152	124	102	100
	1928	103	182	148	106	103
	1929	103	206	168	108	105
	1930					
Gesamte Tragfähigkeit	1924		100		100	
	1925		108		103	
	1926	100	122	100	104	100
	1927	101	139	114	103	99
	1928	103	167	137	104	100
	1929	104	190	156	101	97
	1930					
Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen	1924		100		100	
	1925		108		102	
	1926		114	100	102	100
	1927		126	110	103	101
	1928		146	128	105	103
	1929		162	143	106	104
	1930					

Diese Zahlen für die Frachtschiffe mit und ohne eigene Triebkraft aufgetragen ergeben das

Kurvenbild 1.



I = Tragfähigkeit der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft.
II = Anzahl der Frachtschiffe.

Zum Schluß sei als Ergänzung der Bestandsstatistik noch eine Zusammenstellung gegeben, die wieder den steigenden Einfluß der mechanisierten Schiffe in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung zeigt.

Tabelle 5.

Verkehr von angekommenen und abgegangenen Frachtschiffen mit und ohne eigene Triebkraft.

Jahr	Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft		Frachtschiffe mit eigener Triebkraft	
	der Zahl nach	in %	in %	der Zahl nach
1913	691 108	82%	18%	105 351
1924	408 863	82%	18%	62 271
1925	528 031	79,3%	20,7%	90 495
1926	589 582	77%	23%	110 252
1927	671 667	77,8%	22,2%	122 249

B. Darstellung für Rhein, Elbe und Oder [6]).

Allgemeine Bemerkungen.

Die Hauptströme Deutschlands: Rhein, Elbe, Oder, sind mit 80,5% an der tonnenkilometrischen Leistung der deutschen Binnenwasserstraßen beteiligt, sodaß die anderen Wasserstraßengebiete nicht ins Gewicht fallen. Eine Untersuchung der Entwicklung der Machanisierung der auf Oder, Elbe und Rhein verkehrenden Schiffe umfaßt daher das Wichtigste.

Die auf den betreffenden Stromgebieten gezählten Schiffe wurden ab 1912 im allgemeinen an dem Ort des zuständigen Registergerichts und nicht an ihrem Heimatort gezählt. Das Gutachten der Rhein-Kommission schreibt zu diesem Punkt, daß in der Vorkriegszeit für die Zurechnung der Schiffe zu den einzelnen Stromgebieten der Heimatort, in der Nachkriegszeit der Ort des für den Heimatort zuständigen Registergerichts maßgebend gewesen sei, daß aber beide Methoden eine einwandfreie Zurechnung nicht gewährleisteten, da eine ganze Anzahl von Schiffen in einem anderen als dem ihrem Heimatort entsprechenden Gebiet verkehrten [7]). Die Statistik läßt erkennen, daß von 1927 ab die Schiffe, die in einem anderen Gebiete als dem ihres Heimatortes verkehren, zu dem für das betreffende Verkehrsgebiet zuständigen Registergericht gezählt worden sind, soweit es bekannt geworden ist. Damit entfällt von 1927 ab die Kritik der Rhein-Kommission zu diesem Punkt, jedoch ist bis zum Jahre 1926 der Mangel an den statistischen Unterlagen noch vorhanden.

[6]) Statistik des Deutschen Reiches Bde. 208 I, 313 I, 322 I, 326 I, 343, 345, 356, 364, 367.

[7]) a. a. O. Seite 165.

Es bedeutet nach der Einteilung der Reichsstatistik:

a = Odergebiet bis zur Einmündung der Oder in das Haff,

b = Elbgebiet,

c = Rheingebiet, ab 1927 einschließlich Mühlheim-Ruhr.

Wenn im Text nicht anders vermerkt, beziehen sich die Zahlen stets der Reihe nach auf Oder, Elbe, Rhein, und bei diesen nur auf Fahrzeuge deutscher Flagge. Bei den Zahlen für das Elbgebiet sind bis einschließlich 1925 die Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft einschließlich der Hamburger Schuten gezählt. Das Jahr 1912 umfaßt das neue Reichsgebiet und alle Schiffe mit eigener Triebkraft, während ab 1924 diese Schiffe nur von 16 t Tragfähigkeit ab registriert sind.

Bestand der deutschen Binnenschiffe auf den hauptsächlichen Wasserstraßengebieten.

Tabelle 6.

Zusammengefaßter Bestand der Schiffe mit und ohne eigene Triebkraft.

Jahr	Anzahl der Schiffe			Tragfähigkeit in 1000 t			Leistungsfähigkeit in 1000 PS		
1912	3 388	11 503	3 722	922	2 122	2 143	64	182	214
1924	2 947	9 322	3 489	913	1 861	2 208	60	184	240
1925	3 002	9 554	3 515	938	1 892	2 236	65	188	240
1926	3 032	4 374	3 525	952	1 310	2 262	68	190	239
1927	3 117	4 382	3 542	987	1 342	2 287	73	195	240
1928	3 239	4 497	3 488	1 039	1 375	2 262	76	206	239
1929			3 317			2 200			
1930									
	a	b	c	a	b	c	a	b	c

Tabelle 7.

Bestand der Schiffe ohne eigene Triebkraft.

Jahr	Anzahl			Tragfähigkeit in 1000 t			Durchschnittliche Tragfähigkeit in t/Schiff		
1912	2 991	9 859	2 976	899	2 047	2 079	301	208	696
1924	—	—	—	—	—	—	343	223	754
1925	—	—	—	—	—	—	348	222	758
1926	2 647	2 751*)	2 852	927	1 210*)	2 180	350	440*)	764
1927	2 700	2 799*)	2 864	959	1 227*)	2 205	355	438*)	770
1928	2 792	2 778*)	2 797	1 008	1 238*)	2 179	360	446*)	779
1929			2 620			2 118			
1930									
	a	b	c	a	b	c	a	b	c

*) ausschließlich Hamburger Schuten.

Für das Jahr 1912 lag im Elbgebiet leider nur ein Zahlenmaterial[8]) vor, das absolut nicht in Einklang mit den übrigen Zahlen gebracht werden konnte. Trotzdem sind diese Zahlen noch eingesetzt worden.

Tabelle 8.
Bestand an Schleppern.

Jahr	Anzahl			Tragfähigkeit in 1000 t			Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS			Durchschnittliche PS/Schiff		
1912	300	663	434	·	—	—	55	128	163	185	193	376
1923										188	194	404
1926	304	638	481	15	34	30	57	123	193	189	193	402
1927	325	628	467	16	34	29	62	124	191	191	197	411
1928	341	647	461	16	34	28	65	127	188	191	197	408
1929			438						183			
1930												
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c

Tabelle 9.
Bestand an Frachtschiffen mit eigener Triebkraft.

Jahr	Anzahl			Tragfähigkeit in 1000 t			Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS			Durchschnittliche Leistungsfähigkeit PS/Schiff			Durchschnittliche Tragfähigkeit t/Schiff		
1912	97	97	312		26										
1926	36	262*)	101	8	45	46	—	—	—	—	—	—	222	171	460
1927	42	404*)	106	10	65	43	5	34	17	118	84	160	238	161	405
1928	56	503*)	118	13	84	45	6	41	17	107	81	144	232	167	380
1929															
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c

*) ausschließlich Hamburger Schuten.

Es überrascht, wie schon in Abschnitt A, Tabelle 4, wiederum das überwiegend starke Ansteigen der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft auf dem Odergebiet um 55,6%, auf der Elbe um 92%. Auf dem Rheingebiet, wo die Schiffe ohne eigene Triebkraft und die Schlepper abnehmen, ist immerhin noch eine Zunahme der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft um 16,8%, der Stückzahl nach um 17 Schiffe zu verzeichnen.

Der Rückgang des gesamten Schiffsbestandes auf dem Rheingebiet von 1926 bis 1928 soll im Folgenden besprochen werden.

[8]) Fest steht jedenfalls, daß in der Zahl für 1912 die Hamburger Schuten enthalten sind, sowie auch Schiffe von 11 bis 15 t, nicht dagegen in der Zahl für 1926. Das stat. Jahrb. f. d. Deutsche Reich 1927, Seite 131, gibt für 1926 an: Zahl 7977, Tragfähigkeit 1 788 794 t; in diesen Zahlen sind zwar die Schiffe unter 21 t ausgeschieden, die Hamburger Schuten aber offenbar noch enthalten. Ihre Zahl wird zwischen 5000 und 6000 liegen.

Der Grund ist nicht, wie das Statistische Reichsamt[9]) für den Gesamtschiffsbestand des Rheins angegeben hat, allein in dem Ausscheiden von Schleppern zu suchen.

Besondere Betrachtung des Rheingebietes.

Der Rückgang des Gesamtbestandes beträgt (nach Tabelle 6) 37 Stück. Da die Schiffe mit eigener Triebkraft nach der Statistik insgesamt um 18 Stück zugenommen haben, die Schlepper um 20 Stück (Tabelle 8) abgenommen haben, jedoch die Anzahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft um 17 (Tabelle 9) gestiegen ist, so haben auch sonstige Schiffe mit eigener Triebkraft um 21 Schiffe zugenommen. Bei einem Gesamtverlust von 37 Schiffen und Zunahme von 18 Schiffen mit eigener Triebkraft haben den Rückgang um 55 Stück (Tabelle 7) der Gesamtanzahl die Schiffe ohne eigene Triebkraft verursacht; denn die Abnahme der Schlepper wird durch die Zunahme der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft fast ausgeglichen. Möglich ist auch ein Einfluß von Flaggenwechsel, dessen Ausmaß sich jedoch unserer Kenntnis entzieht.

Aus den Tabellen ist zu ersehen, daß die Schlepper 2000 t (Tabelle 8), die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft 1000 t (Tabelle 9) abnehmen, prozentual jeweils 2%, daß bei der Gesamtzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft 1000 t Zunahme zu verzeichnen ist (nach der Statistik). Somit entfällt auf die sonstigen mechanisierten Schiffe 4000 t gesamte Zunahme der Tragfähigkeit.

Nachstehende Tabellen geben über diese Ausführungen einen Gesamtüberblick über die Entwicklung der Jahre 1926 und 1928.

Gesamtbestand der Schiffe.

	Anzahl	Tragfähigkeit in t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in PS
Gesamte Schiffe	— 37	0	— 1 000
Gesamte Schiffe mit eigener Triebkraft	+ 18	+ 1 000 betr. andere Schiffe mit eigener Triebkraft	— 1 000
Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft	— 55	— 1 000	—
Den Rückgang verursachen:	Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft	Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft	

[9]) Statistik des Deutschen Reiches, Einleitung zu Band 367.

Bestand der Schiffe mit eigener Triebkraft.

	Anzahl	Tragfähigkeit in t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in PS
Schiffe mit eigener Triebkraft	+ 18	+ 1 000	— 1 000
Schlepper	— 20	— 2 000	— 5 000
Frachtschiffe mit eigener Triebkraft	+ 17	— 1 000	+ 0
Sonstige Schiffe	+ 21	+ 4 000	+ 4 000

Das Steigen der Zahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft auf dem Rheingebiet und des gleichzeitigen Rückganges der durchschnittlichen Tragfähigkeit[10]) beruht darauf, daß man kleine, schnell laufende Motorschiffe eingestellt hat, und zwar im allgemeinen mit einer Größe von 150 bis 400 t-Schiff, die gegenüber den größeren Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft schnell geladen und gelöscht werden können. Wahrscheinlich transportieren sie hochwertige und schnell zu befördernde Güter. Diese kleinen Schiffe drücken selbstverständlich die durchschnittliche Tragfähigkeit der Schiffe mit eigener Triebkraft. Ebenso haben diese Schiffe nur eine PS-Zahl von 50 bis 150 PS/Schiff, was sich ebenfalls auf die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft verringernd auswirkt.

Da in der Summe der Ein- und Ausladungen nicht wie bei den Verkehrszählungen Tabelle 5 Doppelzählungen enthalten sind, läßt sich die Verwendung und Bedeutung der einzelnen Schiffsarten deutlich erkennen.

Man ersieht auf allen drei Stromgebieten eine prozentuale Mehranteilnahme der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft an dem Steigen der Ein- und Ausladungen gegenüber Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft.

Entsprechend der geringen Anzahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft gegenüber dem Gesamtbestand an Frachtschiffen ist ihr Anteil an den Gesamt-Ein- und Ausladungen ebenfalls noch nicht groß, aber an der Zunahme der Ladungen haben die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft den Mehranteil, beim Oder- und Elbgebiet sogar rein zahlenmäßig, beim Rheingebiet nur prozentual.

[10]) Es handelt sich nur um die Schiffe deutscher Flagge, wobei die Ungenauigkeit in Kauf zu nehmen ist, daß deutsches Kapital hinter einer fremden Flagge stehen kann.

Tabelle 10.

Anteil der Ein- und Ausladungen auf Schiffen mit eigener und ohne eigene Triebkraft in den wichtigeren Häfen.

	Jahr	Ein- und Ausladen auf Schiffen			Prozentualer Anteil der Schiffe mit eigener Triebkraft	
		mit eigener Triebkraft in 1000 t	ohne Triebkraft in 1000 t	zusammen in 1000 t	am Gesamtbestand	an Ladungen
Rheingebiet	1922	994	41 712	42 706	—	2,3
	1923	921	47 287	48 208	—	1,9
	1924	1 287	49 100	50 387	—	2,8
	1925	1 816	58 101	59 917	—	3,0
	1926	2 146	64 308	66 454	3,4	3,2
	1927	2 584	70 454	73 038	3,5	3,5
	1928	2 341	64 589	66 930	4,0	3,5
	1929					
Elbgebiet	1922	424	8 054	8 478	—	5,0
	1923	472	8 212	8 684	—	5,4
	1924	680	9 995	10 675	—	6,4
	1925	862	11 423	12 285	—	7,0
	1926	1 213	13 412	14 625	8.7	8,3
	1927	1 442	14 628	16 070	12,6	9.0
	1928	1 587	13 512	15 099	15,3	10,5
	1929					
Odergebiet	1922	227	4 309	4 536	—	5,0
	1923	204	4 099	4 303	—	4,7
	1924	234	5 229	5 533	—	4,2
	1925	337	6 806	7 143	—	4,7
	1926	373	7 572	7 945	1,3	4,7
	1927	416	7 508	7 924	1,5	5,2
	1928	438	5 783	6 221	2,0	7,0
	1929					

Tabelle 11.

Verhältnis der Anzahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft zu ihrem Anteil der Ladungen an der tonnenmäßigen Menge.

	Jahr	Anteil der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft in %		Anteil der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft in %	
		an der Gesamtzahl	an den Ladungen	an der Gesamtzahl	an den Ladungen
Rheingebiet	1926	3,4	3,2	96,6	96,8
	1927	3,5	3,5	96,5	96,5
	1928	4,0	3,5	96,0	96,5
	1929				
Elbgebiet	1926	8,7	8,3	91,3	91,7
	1927	12,6	9,0	87,4	91,0
	1928	15,3	10,5	84,7	89,5
	1929				
Odergebiet	1926	1,3	4,7	98,7	95,3
	1927	1,5	5,2	98,5	94,8
	1928	2,0	7,0	98,0	93,0
	1929				

Trotzdem würde es einen Trugschluß bedeuten, wenn man annehmen wollte, daß die nunmehr vorhandene Zahl der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft auch in jedem Stromgebiet steigende Verwendung gefunden hätte. Man vergl. Tabelle 11.

Rheingebiet.

Auf dem Rheingebiet ist ein leichter Rückgang am Anteil festzustellen. Die Lage auf dem Rhein ist für den Anteil der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft am Gesamtbestande der Frachtschiffe aber auch wieder ein ganz anderer wie beim Oder- und Elbgebiet. Die günstigen natürlichen und wirtschaftlichen Vorbedingungen erlauben beim Rhein selbst für Schiffe ohne eigene Triebkraft eine hohe Fahrt- und Umlaufgeschwindigkeit. Die verhältnismäßig guten Kai- und Ladevorrichtungen in den Häfen machen entsprechende Anlagen auf den Frachtschiffen überflüssig, sodaß der Anreiz, den die Mechanisierung solcher Bordanlagen auf die Anschaffung von Maschinen für eigene Triebkraft sonst ausübt, fortfällt. Die Vorteile, die die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft durch ihre Schnelligkeit und Unabhängigkeit von den jeweiligen Wasserverhältnissen bieten, kommen auf dem Rhein nicht so zur Geltung wie bei Oder und Elbe, so daß die Frachtschiffe ohne Triebkraft ein noch stärkeres Uebergewicht behalten.

Elbgebiet.

Ein ganz anderes Bild zeigt sich auf der Elbe. Im Jahre 1926 bestand noch ungefähr dasselbe Verhältnis zwischen der Anzahl an Frachtschiffen mit eigener Triebkraft und dem Anteil an den Gesamtladungen, aber 1927 und 1928 bleibt ihre Ausnutzung hinter ihrer Anzahl zurück. Dagegen bei Schiffen ohne eigene Triebkraft ist das Verhältnis entsprechend besser. Der sich verringernde Anteil der Frachtschiffe mit eigener Triebkraft hängt auf diesem Strom mit dem Eilgüterverkehr vielleicht insofern zusammen, als diese Schiffe nach festen Fahrplänen abfahren und auf Ladung nicht warten können, wodurch eine größere Anzahl Schiffe benötigt wird.

Odergebiet.

Auf dem Odergebiet ist zwar die Beteiligung am Güterverkehr sehr günstig für die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft, aber immerhin im Verhältnis zur gesteigerten Anzahl gering zurückgegangen.

Wir prüfen das Gewonnene an einer Gegenüberstellung der Selbstfahreranteile sowohl am Gesamtverkehr (Ein- und Ausladungen der wichtigen Häfen) wie an der Gesamttragfähigkeit (Tabelle 10 und Tabelle 11).

Jahr	Rhein		Elbe		Oder	
	% der Tragfähigkeit	% der Ladungen	% der Tragfähigkeit	% der Ladungen	% der Tragfähigkeit	% der Ladungen
1926	14,6	3,2	11,4	8.3	8,1	4,7
1927	15,5	3,5	11,1	9,0	7,5	5,2
1928	15,0	3.5	13,5	10,5	9,4	7,0
1929						
Steigerung 1926:1928 %	3	9	18	27	15	49

Wenn man annimmt, daß der Fehler infolge der Doppelzählungen in allen Jahren ungefähr gleich groß ist, ergibt sich, daß der Anteil am Verkehr überall stärker zugenommen hat als der Anteil an der Tragfähigkeit, daß also die Ausnutzung des Schiffsraums bei Selbstfahrern besser geworden ist.

2. Teil.

Die Bedeutung der Motorisierung in schiffahrtstechnischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht.

I. Allgemeines zur geschichtlichen Entwicklung. Durchführung der statistischen Analyse.

Allgemeines zur geschichtlichen Entwicklung.

Vorstehende Darlegungen zeigten, daß in der Zeit bis ungefähr 1926 von den mechanisierten Binnenschiffen die Schlepper gegenüber Frachtschiffen mit eigener Triebkraft weitaus die Hauptbedeutung hatten, daß aber eine allmähliche Verschiebung ersichtlich ist, indem immer mehr Frachtschiffe mit eigener Triebkraft aufkamen. Der Grund für diese Entwicklung beruht in der Veränderung der Antriebsmaschinen. In der Zeit, wo man nur die Dampfkraft als Antriebskraft kannte, suchte man aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus die Platz, Gewicht und Bedienung beanspruchende Dampfmaschine vom Laderaum zu trennen, und verlegte diese Kraft daher in einen besonderen Schiffskörper, den Schlepper. Dadurch wurde erreicht, daß theoretisch beliebig großer, voll ausnutzbarer Laderaum mitgeschleppt werden kann.

Dieses wichtige betriebliche, räumlich bedingte Moment der Zusammenfassung der Antriebsart in einen dafür bestimmten Schiffskörper gab der Binnenschiffahrt den Charakter des Schleppverkehrs. Mit einer Lösung des Problems von Raum-, Gewichts- und Personalersparnis eröffneten sich für die Beförderungsmethode der Binnenschiffahrt neue Perspektiven, ohne daß sie zunächst realisiert werden konnten, denn die technisch weit fortgeschrittene Dampfmaschine fand in den neuen Antriebsmaschinen trotz deren theoretischen Vorzügen noch lange keinen praktischen Gegner.

Anfänge des Motorenbaues.

Von den ersten Versuchen, Landmotore als Schiffsmotore, alsdann Motore der Seeschiffahrt auch für die Binnenschiffahrt einzuführen, führte noch ein weiter Weg dahin, geeignete Motoren schließlich soweit zu verbessern, daß sie auch in der Binnenschiffahrt

der Dampfmaschine zum mindesten ebenbürtig und später sogar überlegen waren. Der erste Landmotor war ein nach den Grundgedanken des Viertaktes von Otto entwickeltes, von einem Kölner Mechaniker gebautes Maschinchen, das aber erst 1876 brauchbare Form erhielt und von der neugegründeten Motorenfabrik Deutz für leicht brennbare und leichte Gase wie Benzin und Benzol alsdann hergestellt wurde. 1892/93 erhielt Diesel seine ersten Patente über „Theorie und Konstruktion des rationellen Wärmemotors". Der erste wirklich brauchbare Dieselmotor arbeitete 1887 zuerst mit Petroleum, später mit Gas und Braunkohlenteeröl. Neben diesen Motoren entwickelten sich zunächst als Landmotore der Sauggasmotor, der Elekromotor mit Sammelbatterie und der Glühkopfmotor, der anfangs sehr unbeholfen, umständlich und nicht ganz ungefährlich war wegen seiner Anwärmung durch offene Flamme. Auf den Prinzipien des Dieselmotors baute sich alsdann der Bronsmotor der Firma Deutz auf.

Der Wunsch, solche Motore, die zunächst als Landmotore dienten, auch zum Schiffsantrieb zu verwenden, tauchte frühzeitig auf. Die erste Kenntnis von der praktischen Verwendung der neuen Antriebsart in der Schiffahrt haben wir vom Jahre 1888, wo ein Boot mit einem 6 PS Benzinmotor ausgerüstet wurde. 1889 brachte Daimler seinen ersten Schiffsmotor auf den Markt und wurde damit auf dem Gebiete der Oelmaschine bahnbrechend. Diese Maschine war geeignet für den Antrieb von kleinen Booten. Da jedoch die motorenbauenden Firmen bestrebt waren, einen „Einheitsmotor" auf den Markt zu bringen, der sich gleichzeitig sowohl für den Landfuhrwerkbetrieb wie für Schiffe eignen sollte, und hierbei nicht die für den Schiffsbetrieb erforderlichen verschiedenen Bedingungen wie Schwere, Sicherheit, Umdrehungszahl beachteten, so führte schon allein diese Handlungsweise zu Mißerfolgen und zur Verzögerung der Einführung.

1896 wurde in ein Tankschiff mit 210 t Tragfähigkeit ein 20 PS Deutzer Bronsmotor eingebaut [11]).

Der erste brauchbare in ein Schiff eingebaute Dieselmotor wurde 1904 in einem Unterseeboot verwendet. Aber die Ingenieure besaßen in den neu aufgetauchten Fragen in Bezug auf Bearbeitung, Wärmeausdehnung und Festigkeit der Werkstoffe sowie in der Beherrschung der Schwingungen noch zu wenig Erfahrungen, sie konnten die Ansprüche der Schiffspraxis erst durch langwierige Versuche und Erprobungen erfüllen. Von einem Eindringen der neuen Maschine in die Schiffahrt konnte noch garnicht die Rede sein. Erst nachdem der Dieselmotor schließlich sich als der Beste erwiesen und durchgesetzt hatte, konnte die Schiffahrt das neue Antriebsmittel einbeziehen. Es setzte zwar ein Gegen-

[11]) Z. f. B. 1929.

kampf von seiten der Dampfmaschine ein, indem ihre Dampferzeugungsanlagen eine prinzipielle Aenderung erfahren sollten, doch ohne nennenswerte Erfolge. So scheiterten Versuche zur Einführung der Kohlenstaubfeuerung für Dampfmaschinen oder der in der Seeschiffahrt sich gut bewährenden Oelfeuerung.

Anfänge der Verwendung der Motore in der Binnenschiffahrt.

Am längsten brauchte die Entwicklung zur Einführung der Motore in die Binnenschiffahrt, denn die Bedingungen hierfür waren noch komplizierter als für die Seeschiffahrt, wie wir später sehen werden. So kam es, daß erst im Jahre 1904 und 1909 auf den Tagungen der Schiffsbautechnischen Gesellschaft in wissenschaftlichen Referaten die Ausnutzungsmöglichkeiten speziell der Sauggasmotore erörtert wurden, und zwar sowohl für den Schleppbetrieb als auch, was sehr bedeutungsvoll werden sollte, zur Eigenbewegung von Frachtschiffen. 1910 wurden dann zum ersten Mal Dieselmotore in der Binnenschiffahrt verwendet, jedoch ohne Bedeutung zu erlangen oder besonderen Erfolg zu haben.

Die Entwicklung des Motorenbaues mußte erst soweit fortschreiten, bis im Jahre 1926 der Gardener Rohölmotor und schließlich der Dieselmotor mit Preßlufteinspritzung des Brennstoffes erfunden wurden. Erst ein solcher Dieselmotor war imstande, sich bei weiteren Verbesserungen, besonders durch Wegfall der Oeleinspritzung mittels Preßluft, auch in der Binnenschiffahrt zu behaupten.

So ist es zu erklären, daß die Geschichte der Motorisierung der Binnenschiffahrt nach den schwachen Vorversuchen der 90er Jahre und von 1910 ab erst in den letzten Jahren richtig beginnt, um allerdings dann in scharfem Kampf gegen die Dampfmaschine diese alsbald in überraschend kurzer Zeit prinzipiell zu überwinden insofern, als neue Schiffe mit Dampfantrieb kaum mehr gebaut, alte Dampfmaschinenanlagen durch Motore ersetzt werden und schließlich die ganze Binnenschiffahrt durch die Entwicklung des Motorfahrerbetriebs neue Perspektiven bekam, wie im folgenden eingehend erläutert werden soll.

Statistik der Entwicklung der deutschen Motorschiffe.

Allgemeine Bemerkungen zur Statistik.

Eine Trennung der Schiffe nach Art ihrer Antriebsmaschinen (Dampf- und Motorantrieb) war bis zum Jahre 1926 statistisch nicht erfolgt und war nicht erforderlich, weil der Antrieb der Schiffe durch Motore in der Binnenschiffahrt bis zu dieser Zeit, wie vorliegende Arbeit schon gezeigt hat, längst noch nicht den Einfluß erreicht hat, um eine entsprechende Unterteilung zu rechtfertigen. Erst ab 1926, nachdem die Motorisierung der Binnenschiffahrt merkbarer eingesetzt hatte, sind die Schiffe mit moto-

rischer Fortbewegung in der Reichsstatistik besonders berücksichtigt worden. Leider lagen bei der Bearbeitung vorliegender Untersuchung die Zahlen der durch Motore angetriebenen Schiffe für die letzten Jahre noch nicht vor. Es bestand nur die Möglichkeit, diese für das Rheingebiet zu erhalten, mittels Auswertung des Ende 1930 erschienenen Rheinschiffahrtsregisters.

Tabelle M 1.

Zusammengefaßter Bestand der deutschen Motorschiffe auf allen Wasserstraßengebieten [12]).

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in 1000 t	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in 1000 PS
1912	1 376	26	19
1924	704	53	28
1925	873	70	39
1926	1 014	88	47
1927	1 392	138	66
1928	1 710	182	95
1929	1 987	223	122
1930	2 071	248	136

In den Zahlen sind alle mit Motorkraft angetriebenen Schiffe enthalten.

Betrachtung der Jahre 1912 bis 1924.

Die Abnahme der Anzahl in den Jahren 1912 bis 1924 von 1376 Schiffen auf 704 Motorschiffe, d. h. um 676 Stück = 49%, betrifft in Wirklichkeit nicht in so ausschlaggebendem Maße die Motorschiffe, da 1912 noch alle Schiffe mit eigener Triebkraft gezählt wurden, während sie ab 1924 erst ab 16 t registriert wurden, und in diesen Zahlen die Personenschiffe mit enthalten sind. Ein Anhaltspunkt, welche Differenzen die beiden verschiedenen Erhebungsmethoden ergeben, kann durch Verwendung der Angaben im Rheinschiffsregister 1930 gewonnen werden. Unter 142 Motorfrachtschiffen, die auf dem Rhein fahren und im Kataster registriert worden sind, befindet sich ein einziges Schiff, welches eine Tragfähigkeit von weniger als 16 t besitzt. Dagegen sind von 148 Motorpersonenschiffen allein 101 Schiffe, welche keine 16 t Tragfähigkeit aufzuweisen haben, und bei den sonstigen 27 Motorschiffen erreichen 12 Schiffe nicht die Grenze von 16 t.

Im Gegensatz zu einer 14,5 prozentigen Steigerung der Tragfähigkeit beim Gesamtbestand der deutschen Binnenschiffe (Tabelle 3) ist bei den Motorschiffen eine Erhöhung von 26 000 t auf 53 000 t erfolgt — ohne Berücksichtigung der verschiedenen Erhebungsmethoden —, was eine Steigerung von 100% ergibt.

[12]) Statistik des Deutschen Reiches, Bde. 322 I, 326 I, 343, 345, 356, 364, 367.

Die Leistungsfähigkeit der Fortbewegungsmaschinen ist um 47,4% gestiegen, gegenüber 7,5% des Gesamtbestandes der deutschen Binnenschiffe mit eigener Triebkraft. Die Erhebungsmethoden sind von 1924 ab auf gleicher Grundlage aufgebaut, so daß ein Vergleich der Zahlen ein einheitliches Bild der Entwicklung zeigt. Im Gegensatz zu den einleitenden statistischen Betrachtungen können die Jahre 1924 und 1925 ebenfalls mit berücksichtigt werden, da die Hamburger Schuten mit eigener Triebkraft weiterhin in den Zahlen mit eingeschlossen sind.

Betrachtung der Jahre 1924 bis 1930.

Die Anzahl der Motorschiffe ist um 1367 Schiffe gestiegen, was eine Steigerung von 194% bedeutet. Die Tragfähigkeit stieg um 370%. Das rapide Einsetzen der Motorisierung ist hierin schon deutlich zu erkennen. Wir setzen die Werte des Jahres 1924 gleich 100.

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit	Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen
1924	100	100	100
1925	124	132	139
1926	144	166	168
1927	197	260	235
1928	243	345	340
1929	283	420	436
1930	294	470	486

Ein Vergleich der absoluten Zahlen der Schiffe mit eigener Triebkraft (Tabelle 3) und der motorisierten Schiffe (Tabelle M 1) ergibt folgendes Bild:

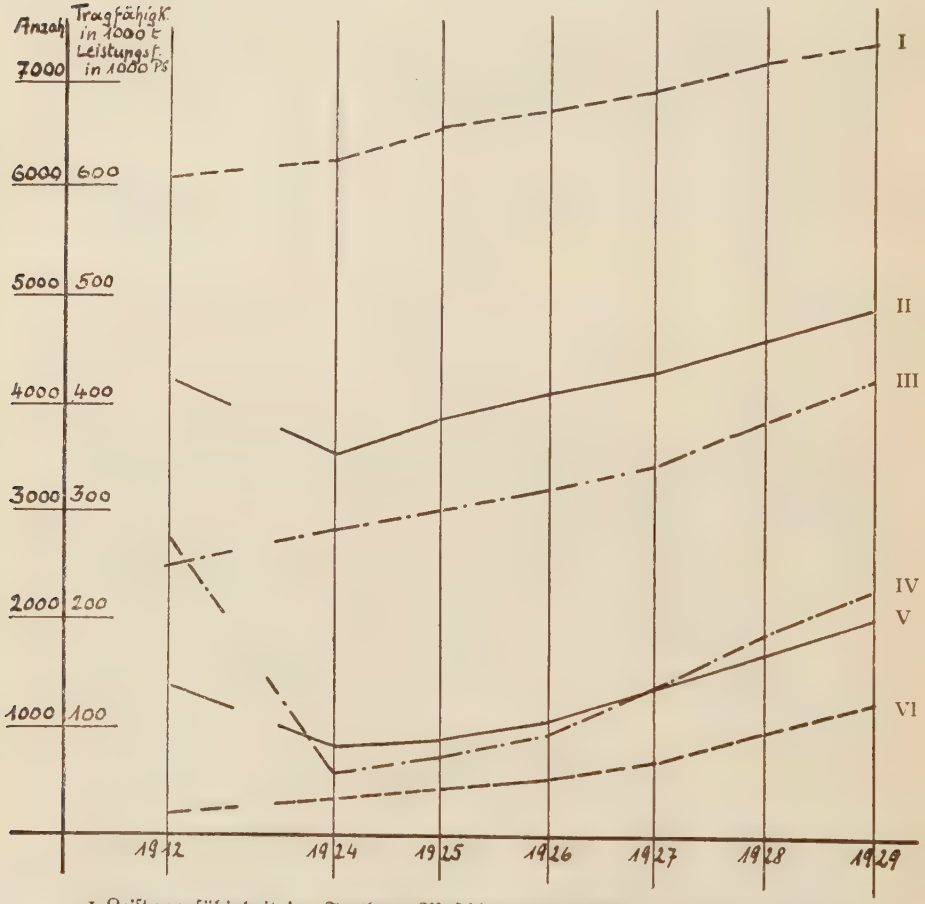
Jahr	Anzahl		Tragfähigkeit in t		Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen in PS	
	Schiffe mit eigener Triebkraft insgesamt	Motorschiffe	Schiffe mit eigener Triebkraft insgesamt	Motorschiffe	Schiffe mit eigener Triebkraft insgesamt	Motorschiffe
1924 gegen 1912	— 668	— 972	+ 26 000	+ 27 000	+ 21 000	+ 11 000
1929 gegen 1924	+ 1 322	+ 1 283	+ 144 000	+ 170 000	+ 111 000	+ 94 000

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die Zunahme der Anzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft von 1924 bis 1929 zur Hauptsache von den 1283 motorisierten Schiffen bestritten wird, da die Dampfschiffe der Zahl nach nur um die geringe Summe von 39 Schiffen zugenommen haben.

Daß die Motorschiffe mit ihrer Tragfähigkeit mehr zugenommen haben als die gesamten Schiffe mit eigener Triebkraft, erscheint auf den ersten Blick verwunderlich. Die Tatsache beweist aber, daß (1924 bis 1929) Dampfschiffe mit einer Tragfähigkeit von 26 000 t zu Motorschiffen umgebaut worden sein müssen. Die Motorisierung greift also auch auf den alten Bestand zurück.

Von den 111 000 PS Zuwachs bestreiten die Motorschiffe 94 000 PS und die Dampfschiffe nur noch 17 000 PS.

Kurvenbild 2.



I Leistungsfähigkeit der Fortbew.-Maschinen der Schiffe mit eigener Triebkraft.
II Anzahl der Schiffe mit eigener Triebkraft.
III Tragfähigkeit der Schiffe mit eigener Triebkraft.
IV Tragfähigkeit der Motorschiffe.
V Anzahl der Motorschiffe.
VI Leistungsfähigkeit der Motore.

Trotz der Mangelhaftigkeit des Zahlenmaterials kann auf Grund obiger Tabellen der statistische Nachweis als erbracht gelten, daß der Motor sich siegreich in der Binnenschiffahrt durchgesetzt hat, daß Neubauten von Schiffen mit eigener Triebkraft zum allergrößten Teil mit dieser Antriebskraft ausgerüstet worden sind, daß sogar die Dampfschiffe in Motorschiffe umgebaut wurden. Schätzungsweise könnten bei einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von $\frac{170\,000}{1283}$ t = 132 t/Schiff rund 200 Schiffe aus dem alten Bestand motorisiert worden sein. Es ist anzunehmen, daß auch Schlepper, die bei der Betrachtung der Tragfähigkeit fast ganz ausscheiden, motorisiert worden sind.

Einen Vergleich über Anzahl, Leistungsfähigkeit und Tragfähigkeit der Schiffe mit eigener Triebkraft zeigt Kurvenbild 2.

Tabelle M 2.

Bestand der deutschen Motorschiffe auf den hauptsächlichen Wasserstraßengebieten (Oder, Elbe, Rhein).

	Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in 1000 t	Leistungsfähigkeit der Fortbew. Maschinen in 1000 PS
Odergebiet	1926	34	–	—
	1927	46	9	4
	1928	61	11	5
	1929			
	1930			
Elbgebiet	1926	467	—	—
	1927	675	42	24
	1928	820	62	25
	1929			
	1930			
Rheingebiet	1926	89*)	17*)	9*)
	1927	136	23	13
	1928	173	26	18
	1929	—	—	—
	1930	267*)	43*)	29*)

*) = Rheinschiffahrtsregister 1926 bezw. 1930.

Die Zahlen 1927 und 1928 sind der Statistik des Deutschen Reiches entnommen. Die Zahlen für das Rheingebiet der Jahre 1926 und 1930 stammen aus den Rheinschiffsregistern dieser Jahre und umfassen nicht die Schiffe mit fremdländischer Flagge.

Betrachtung der Jahre 1926 bis 1930 auf dem Rheingebiet.

Die Anzahl der Schiffe steigt in den Jahren 1926 bis 1930 auf dem Rheingebiet um 200%, die Tragfähigkeit um 155%, die Leistungsfähigkeit der Motore um 222%.

Werden die Zahlen des Jahres 1926 = 100 gesetzt, so ergeben sich für das Rheingebiet folgende Werte:

Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit	Leistungsfähigkeit der Motore
1926	100	100	100
1927	153	135	145
1928	194	153	200
1929	—	—	—
1930	300	253	322

Wieder ist ersichtlich, wie außerordentlich stark die Zunahme der Motorschiffe ist, und um festzustellen, welche Schiffsgattung auf den hauptsächlichen Wasserstraßengebieten am meisten dazu beigetragen hat, sollen in folgender Tabelle zuerst die Werte der Motorschlepper angegeben werden.

Tabelle M 3.

Bestand an Motorschleppern auf den hauptsächlichen Wasserstraßengebieten (Oder, Elbe, Rhein).

	Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in t	Leistungsfähigkeit in PS	Durchschnittliche Tragfähigkeit in t	Durchschnittliche Leistungsfähigkeit in PS
Odergebiet	1926 1927 1928 1929 1930	3 2	51	320	26	160
Elbgebiet	1926 1927 1928 1929 1930	31 43	949	3 139	22	73
Rheingebiet	1926	17*)	567*)	3 774	33	222
	1927	29	669	5 077	23	175
	1928	—	—	—	—	—
	1929	—	—	—	—	—
	1930	64*)	1 202*)	13 910*)	19	218

*) Rheinschiffahrtsregister 1926 resp 1930.

Die Anzahl der Motorschlepper im Rheingebiet steigt in diesem Stromgebiet um 277%, ihre Tragfähigkeit um 112%, die Leistungsfähigkeit der Motore um 270%.

Absolut und noch mehr prozentmäßig ist ein starkes Ansteigen der Anzahl und der Motorenleistung nach zu verzeichnen. Doch sei hier schon davor gewarnt, die Motorenleistungen der einzelnen Jahre zusammenhanglos zu betrachten. Es wird noch nachgewiesen werden, daß Schiffsform, richtige Umdrehungszahl, gut durchkonstruierte Schrauben, Bronzeschrauben aus einem Stück, Umsteuerschrauben einen außerordentlichen Einfluß auf die Zugkraft der Schiffe haben, und daß für Schiffe, die nach diesen Erkenntnissen gebaut wurden, die Möglichkeit besteht, mit kleineren Motoren mehr zu leisten als solche mit stärkeren Motoren, bei denen die neuesten technischen Fortschritte nicht angewendet worden sind.

Tabelle M 4.

Bestand an Motorfrachtschiffen.

	Jahr	Anzahl	Tragfähigkeit in t	Leistungsfähigkeit in PS	Durchschnittliche Tragfähigkeit in t	Durchschnittliche Leistungsfähigkeit in PS
Odergebiet	1926	22				
	1927	39	8	3 978	206	102
	1928					
	1929					
	1930					
Elbgebiet	1926	96				
	1927	273	34 800	11 160	124	41
	1928					
	1929					
	1930					
Rheingebiet	1926*)	57	16 121	4 130	282	72
	1927	63	20 807	4 130	330	66
	1928	—	—	—	—	—
	1929	—	—	—	—	—
	1930*)	141	40 132	10 747	285	76

*) Rheinschiffahrtsregister 1926 resp. 1930.

Auch hier liegt für das Oder- und Elbgebiet geringes und nicht vergleichbares Zahlenmaterial vor. Nur ist zu bemerken, daß auf dem Elbgebiet für das Jahr 1927 eine Zahl der Motorfrachtschiffe angegeben ist, die mit der für 1926 angegebenen Zahl nicht in Einklang zu bringen ist. Anscheinend sind die Hamburger Schuten für 1926 nicht mit eingeschlossen worden. Daher auch die Annahme, daß in den Zahlen aller Jahre die Hamburger Schuten mit eigener Triebkraft mit einbegriffen worden sind, und daß man daher beim Gesamtbestande der deutschen Motorschiffe (Tabelle M 1) die Jahre 1912 und 1929 mit einander vergleichen kann.

Nach eingezogenen Erkundigungen[13]) im Hamburger Hafen mußte festgestellt werden, daß 1931 nur etwa 11 Schuten mit eigener Triebkraft vorhanden sind.

Auf dem Rheingebiet kann hier wieder die Entwicklung der Verhältnisse anhand der Zahlen von 1926 bis 1930 verfolgt werden. Die Anzahl der Motorfrachtschiffe stieg um 147%, die Tragfähigkeit um 150%, die Leistungsfähigkeit der Motore um 167%.

Nachstehende Zusammenstellungen bringen in absoluten Zahlen die Entwicklung im Rheingebiet.

Gesamter Bestand (Tabelle 6) und Motorschiffbestand (Tabelle M 2).

Jahre	Anzahl		Tragfähigkeit		Leistungsfähigkeit der Motore	
	gesamter Bestand	Motorschiffe	ges. Tragfähigkeit in t	Motorschiffe in t	gesamte Leistung in PS	Motorschiffe in PS
1926/1928	— 208		— 62 000		— 3 000	
1926/1930		+ 178		+ 26 000		+ 9 000

Frachtschiffe mit eigener Triebkraft (Tabelle 11) zu Motorfrachtschiffen (Tabelle M 5).

Jahre	Anzahl		Tragfähigkeit		Leistungsfähigkeit der Motore	
	gesamter Bestand	Motorschiffe	ges. Tragfähigkeit in t	Motorschiffe in t	gesamte Leistung in PS	Motorschiffe in PS
1926/1928	+ 17		— 1 000		± 0	
1926/1930		+ 84		+ 24 000		+ 6 600

Gesamte Schlepper (Tabelle 10) und Motorschlepper (Tabelle M 4).

Jahre	Anzahl		Tragfähigkeit		Leistungsfähigkeit der Motore	
	gesamter Bestand	Motorschiffe	ges. Tragfähigkeit in t	Motorschlepper in t	gesamte Leistung in PS	Motorschlepper in PS
1926/1929	— 43		— 2 000		— 10 100	
1926/1930		+ 47		+ 635		+ 6 700

Bei der Betrachtung der Tabellen wird das unter Tabelle M 1 für die Entwicklung der Schiffe mit eigener Triebkraft Gesagte noch deutlicher, wie stark nämlich die Motorisierung der Binnenschiffahrt auch auf dem Rheingebiet fortgeschritten ist durch Neubauten und sogar durch Umbauten ehemaliger Schiffe mit Dampfkraftantrieb in Schiffe mit Motorkraftantrieb.

Die Zunahme der Motorverwendung bei Neu- und Umbauten drängt sich besonders bei der Betrachtung der Leistungs-

[13]) Mitteilung von Dr. Seiermann, Berlin.

fähigkeit der Motore, der Motorschlepper auf, die außerordentlich stark zunehmen, während die Gesamtleistungsfähigkeit der Schlepper um 10100 PS abnimmt.

Ebenso nimmt die Tragfähigkeit der Frachtschiffe zu. Von ihren 24000 t Zunahme haben sie 1000 t durch Umbau von Dampffrachtschiffen in Motorfrachtschiffe erhalten.

Somit haben zu der Entwicklung des Motorschiffes auf dem Rhein der Anzahl nach Schlepper und Motorfrachtschiffe beigetragen. Für die Zunahme der Tragfähigkeit sind die Motorfrachtschiffe von ausschlaggebender Bedeutung, während an der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Motore die Motorschlepper sich etwas mehr beteiligen als die Motorfrachtschiffe.

Zusammenfassung.

Der Mangel an älterem Material über die Motorisierung ist, wie schon mehrmals gesagt, ein Zeichen dafür, daß die Motorisierung der Binnenschiffahrt noch sehr jung ist. Aus dem jähen Ansteigen der geringen vorhandenen Zahlen läßt sich aber schon entnehmen, wie einschneidend diese neue Antriebsart die Binnenschiffahrt beeinflußt haben muß, daß sie sich trotz der schlechten Wirtschaftslage und der, wie aus der Statistik der gesamten Binnenschiffahrt ersichtlich ist, sowieso zu großen Binnenschiffstonnage durchgesetzt hat.

Es hat sich feststellen lassen, daß die Entwicklung der Binnenschiffahrt sich nunmehr in zwei Richtungen teilt: einmal wird die alte Art des Schleppzuges beibehalten und mit Motorkraft versehen, zum anderen erhält die 1910 zum erstenmal realisierbar vorgestellte Möglichkeit der Eigenbewegung von Frachtschiffen unerhörte Entwicklungsfähigkeit. Somit ergibt sich nunmehr die Notwendigkeit, in getrennter Betrachtung sowohl für den Schleppbetrieb wie für den Selbstfahrerbetrieb darzulegen, worin Wesen und Notwendigkeit einer Umstellung von der einen Betriebsart auf die andere bestehen, was die ausschlaggebenden technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Motorisierung sind. Auf der bis jetzt gewonnenen Grundlage fußend, läßt sich nunmehr der bis hierher schon zutage getretene Umschwung im Bestand der einzelnen Schiffsgattungen charakterisieren.

II. Im besonderen.

1. Schleppbetrieb.

a) Geschichtliches über die bisherige Entwicklung.

Entwicklung der Schlepper.

Vorkriegszeit.

Den Anreiz zu erstmaliger Verwendung des Dieselmotors in den Jahren 1909/10 anstelle von Dampfmaschinen als Schleppkraft gaben trotz größter Schwierigkeiten, wie schon bei den Benzinmotoren und den anderen Gasmaschinen, — bedingt auch bei den Sauggasmaschinen, — gewisse allgemeine Vorzüge gegenüber der Dampfmaschine, wie: Ersparnis an Raum, Gewicht und Bedienung, und Wegfall von Ruß, Rauch und Kohlenstaub. Die Betriebsgefahren waren durch Ausschaltung der Kesselexplosionen verringert, und die als lästig empfundene polizeiliche Genehmigung und Ueberwachung der Kesselanlagen fielen dadurch weg. Gewisse Bedenken standen aber im Schleppbetrieb dem Uebergang von der Dampf- zur Oelmaschine, von der Kohle zum Oel entgegen. Das Beharrungsgesetz für den Menschen, dann das Festhalten an der Kohle, mit der ein Teil der Reedereien eng verbunden war, die hohe Empfindlichkeit dieser Verpuffungsmaschinen; dann die Unmöglichkeit einer auch nur geringen Ueberlastung der Oelmaschine, außerdem die Notwendigkeit eines besonders gut ausgebildeten, aber in der damaligen Zeit schwer erhältlichen Maschinenpersonals, sowie endlich die Abhängigkeit von einem bestimmten für den Oelmotor verhältnismäßig teueren Brennstoff, der nicht überall zu beschaffen war und nur einen gewissen Aktionsradius der Schiffe ermöglichte. Trotz ihrer wirtschaftlichen Erfolgslosigkeit im Schleppbetrieb in Deutschland zu der damaligen Zeit glaubt Teubert in seinem 1912 erschienenen Lehrbuch[14]), daß von den vorhandenen Gasmaschinen die Sauggasmaschine bei weiteren Verbesserungen eine Zukunft hätte. Er konnte nicht ahnen, wie groß die Entwicklung des Dieselmotors sei, und welche Möglichkeiten sich ihm eröffnen würden. Darum heißt es in der Einleitung zu Teuberts 2. Auflage 1932[15]): „Die Bedeutung für die Binnenschiffahrt und die bauliche Durchbildung der einzelnen Maschinen (Diesel) hat sich in den letzten 20 Jahren so entwickelt, daß von diesem Abschnitt der ersten Auflage nichts stehen bleiben konnte."

Kriegszeit.

Während der ganzen Kriegs- und Inflationszeit wurde die Weiterentwicklung unterbrochen und gehemmt. Der Bau von Motorschleppern ruhte vollständig und bis zum Jahre 1926 blieb

[14]) Teubert, erste Auflage, Teil I, S. 630.
[15]) Teubert, zweite Auflage, Seite 297.

der Charakter der Binnenschiffahrt als Dampfschlepperbetrieb, daneben mit geringem Frachtdampferverkehr für Eil- und Stückgüter, unverändert und von praktisch auswertbaren Einflüssen der Motorisierung nur schwach berührt.

Jahr 1924.

Vom Jahre 1924 datiert eine erste Angabe, daß ein Hafenschlepper mit kompressorlosem Motor, System Deutz, gebaut wurde[16]). In diesem Jahre lief auch das Patent von Diesel ab, das dieser der M. A. N. zur Ausnutzung überlassen hatte.

Jahre 1925 und 1926.

Die eigentliche Entwicklung des Motorschleppers beginnt in den Jahren 1925/26, wo nach Ablauf des Dieselpatentes die Dieselmaschine ausbaufähig und eingeführt wurde. Im Jahre 1926 wurde der umsteuerbare Gardener Rohölmotor erfunden[17]), bei dem als erster Fortschritt das langsame Anwärmen sowie Erkalten des Glühkopfes bei längerem Leerlauf oder langsamem Laufen wegfiel. Es wurden zum Anlassen des Motors nicht mehr sogenannte Handlampen, sondern Hochdruckbrenner verwendet, welche ihren Druck von dem Luftkompressor erhielten. Dadurch war es möglich geworden, in drei Minuten den Motor zu erwärmen. Die Erkaltung des Glühkopfes bei längerem Leerlauf wurde dadurch verhindert, daß die Brennstoffdüse um 180° drehbar war und beim Leerlauf den Brennstoff gegen den oberen Teil des Glühkopfes spritzte, während bei leichter Belastung der Strahl gegen eine besonders angebrachte Zerstäuberkanne gerichtet wurde, wodurch restlose Verbrennung des rohen Oeles herbeigeführt wurde. Der weitere große Fortschritt bei diesem Rohölmotor bestand als wichtigste Errungenschaft speziell für die Binnenschiffahrt in seiner Umsteuerbarkeit. Jedes Manöver wurde vom Steuerstand aus durchgeführt. Eine Bedienung des Motors war infolgedessen nicht nötig, und es wurden die zwei bei einer anderen Antriebskraft nötigen Mann gespart. Die Umsteuerung erfolgte durch vier Umdrehungen des Handrades und benötigte drei Sekunden.

Jahr 1927.

Eine weitere Verbesserung trat mit der Erfindung der luftlosen Einspritzung des Brennstoffes durch den schwedischen Ingenieur Hesselmann ein[18]). Mit der durch diese Erfindung geschaffenen Möglichkeit schwere und platzraubende Aggregate, wie die Spülpumpen sie darstellen, vollständig entbehrlich zu machen, wurde ein Problem gelöst, auf dessen Bedeutung für die

[16]) Z. f. B. 1929.
[17]) Z. f. B. 1926/4.
[18]) W. R. H. 1927/11.

Binnenschiffahrt schon seit Jahren hingewiesen war. Zugleich wurde eine vollständige Verbrennung selbst sehr schwerer Oele möglich. Diese beiden Fortschritte brachten einen nicht unerheblichen Gewinn an Gewicht und Baukosten und Ersparnis von Brennstoff mit sich, was in der Gesamtwirkung von erheblicher Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit des motorischen Schiffsantriebes war, so daß jetzt der Wettbewerb mit der Dampfkraft in jeglicher Beziehung erleichtert wurde. Daher setzte in diesem Jahre (1927) eine stürmische Entwicklung des Motors in der Binnenschiffahrt und zwar sowohl im Schleppbetrieb, als auch, wie wir unter II, 2 sehen werden, im Selbstfahrerbetrieb ein.

In derselben Zeit begannen auch die theoretischen und praktischen Untersuchungen, um die verschiedenen Leistungen von Motorschleppern und Dampfschleppern zu prüfen und den wirtschaftlichsten Maschinenantrieb herauszufinden. So wurden im Jahre 1927 Fahrversuche angestellt mit einem Schleppdampfer und zwei Motorschleppern, deren Ergebnis der technischen und wirtschaftlichen Ueberlegenheit des Motorschleppers später unter c) Wirtschaftlichkeit, erläutert werden soll. Weiterhin bekam die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt Mittel zur Verfügung gestellt, um die Leistung und Wirtschaftlichkeit von Flußschleppern verschiedener Bauart an Modellen zu untersuchen. Das aus dieser Untersuchung hervorgehende einwandfreie Ergebnis der höchsten Leistung und größten Wirtschaftlichkeit des Motors wird unter c) Wirtschaftlichkeit, besprochen. Außerdem ließ in den Jahren 1925 und 1927 das Schleppamt Duisburg je einen Dampfschlepper in Motorschlepper umbauen, und auf Grund befriedigender Erfahrungen ließ es 1927 sechs Motorschlepper mit je 270 PS Maschinenleistung und 15 bis 28 t Tragfähigkeit bauen.

An Hand dieser bekannt gewordenen Untersuchungen und Neubauten lassen sich die Wandlungen feststellen: von der ersten Erkenntnis der Gleichwertigkeit des Motorantriebes mit dem Dampfantrieb zu der Anerkennung seiner Ueberlegenheit, obwohl die damaligen Verbesserungen an Motoren und am Motorschiffsbau noch nicht ihren heutigen hohen Stand erreicht hatten.

Jahr 1928.

Im Jahre 1928 baute die Stadt Neuß einen Motorschlepper, der schon klar den Vorteil des Dieselantriebes für die Schlepper zeigte, indem früher bei Dampfkraft alle acht Tage Kohle gebunkert werden mußte, während jetzt erst alle 20 bis 25 Tage neuer Brennstoff aufgenommen zu werden brauchte. Die Maschine leistete 200 PS bei 300 Umdrehungen, lief 14 km gegen den Strom ohne Anhang und mit 1200 t Schlepplast 4,5 bis 5 km pro Stunde stromaufwärts. In demselben Jahre erhielt

ein noch größerer Rheinschlepper einen kompressorlosen Dieselmotor als Antriebskraft. Es war dieses der Schlepper Otto Krawehl V, erbaut von der Schiffswerft Janssen und Schmilinski A.-G. Der Motor leistete 225 PS und war von der Firma Deutz geliefert worden. Der Schlepper lief mit 2890 t Anhang durchschnittlich 4,9 km zwischen Duisburg und Köln und wurde [19]) als der wirtschaftlichste Schlepper, der auf dem Rhein fährt, angesprochen. Das Schleppamt Duisburg, das schon 1925 und 1927 Motorschlepper in Dienst gestellt hatte, baute 1928 nochmals fünf Motorschlepper und 1929 einen weiteren Motorschlepper mit je 160 PS Maschinenleistung und je 20 t Tragfähigkeit.

Weiterhin wurden auf dem Rhein zwei Motorschlepper mit je 1400 PS in Dienst gestellt.

In demselben Jahre waren im Hamburger Hafen die kleinen Dampfschlepper von 60 bis 80 PS durch die vielseitige Hafenbarkasse verdrängt worden. Selbst der noch vorherrschende Benzin-Benzol-Motor wird durch den wirtschaftlicheren Rohölmotor (kompressorloser Dieselmotor) verdrängt. Auf diese Art entwickelt sich der kleine wendige und handliche Motorschlepper, und die Dampfschlepper können im Wettbewerb im Hamburger Hafen nicht mehr bestehen [20]).

Im Jahre 1928 konnte man, da man mit den Motoren selbst keine Schwierigkeiten mehr hatte, sich auch mit Gebieten beschäftigen, für deren Lösung man vorher noch keine Zeit und Arbeitskraft übrig hatte. Teubert sagt in seinem Lehrbuch [20]), daß es unmöglich sei, Dieselschlepper in niedrigen Gewässern fahren zu lassen wegen der durch die Schrauben verursachten Schwierigkeiten. Man hielt in solchen Gewässern nur den Seitenradantrieb, wie er beim Dampfschlepper Verwendung fand, für möglich, da die Schrauben der Motorschlepper bei den vorherrschenden niedrigen Wasserständen keinen wirtschaftlichen Wirkungsgrad hätten. Zu demselben Ergebnis kam auch die Hamburgische Schiffsbau-Versuchsanstalt [21]). Sie sagt, daß der Seitenradschlepper das Wasser in der Mitte des Schiffes, und zwar nur seitlich davon, beschleunigt und damit ein gleichlastiges Absinken des Schiffes bewirkt, während die am Heck des Schiffes wirkenden Antriebsarten das von ihnen benötigte Wasser hinten am Schiff beschleunigen und es unter den Boden des hinteren Schiffes hervorsaugen, wodurch eine mehr oder minder starke Vertrimmung des ganzen Schiffes bewirkt werde. Dieses sei

[19]) W. R. H. 1928/1.

[20]) Teubert, erste Auflage Teil II, Seite 250. Siehe auch Teubert, erste Auflage, Teil I, Seite 630 ff.

[21]) W. R. H. 1927/24.

gleichbedeutend mit einer Beeinträchtigung der Schleppwirkung. Ihre Versuchsergebnisse würden sehr deutlich den Einfluß der Sogwirkung zeigen und zwar zugunsten des Seitenradschleppers bei flachem Wasser. Bei einer Wassertiefe von 2,5 m und einem Tiefgang von 1,3 m haben die Versuche mit den durch Schrauben bezw. Rädern eigen angetriebenen Modellen folgende Vergleichsziffer ergeben: Seitenradschlepper bester Konstruktion 100%, Lloyd-Radschlepper 108%, Dreischraubenschlepper 75%, Zweischraubenschlepper 69% bei einer Geschwindigkeit von 11,2 km-Std. Das Versuchsergebnis, die Ueberlegenheit des Radschleppers bei beschränktem Tiefgang, war aber noch kein Endresultat, da es nachteilig war, daß die Seitenradschlepper nur in mittleren Größen Verwendung finden konnten wegen des wechselnden Wasserstandes, weil nämlich die vermöge ihrer vermehrten Schleppkraft am wirtschaftlichsten arbeitenden großen Schlepper häufig wegen ihres zu großen Tiefganges und zu breiten Ausmaßes, hervorgerufen durch Schwere und Platzbedarf ihrer Dampfmaschinen, bei niedrigem Wasserstand still liegen mußten.

So zeigt das Jahr 1928, daß das Problem der Schraubenverwendung auch für niedrige Gewässer gelöst ist. Nunmehr können auch Schraubenschlepper in niedrigem Wasser wirtschaftlich arbeiten, und zwar können durch die Vorbedingung einer leichten und wenig Platz einnehmenden Maschine auch große Schlepper dabei verwendet werden, ohne wie die großen Seitenradschlepper der Stillegungsgefahr ausgesetzt zu sein.

Mit dieser Lösung des wirtschaftlichen Schraubenwirkungsgrades und der Ausnutzung aller Vorteile des neuen Schiffsantriebes stand der allgemeinen Einführung des Dieselmotors auch für ziemlich große Leistungen mit einer Welle und bei einem Schraubendurchmesser von nur 1,2 bis 1,5 m nichts mehr im Wege. Diese Verhältnisse werden bei Anwendung von Zweischraubenschiffen noch günstiger. Daher nimmt seit 1928 die Zahl der Motorschlepper zu. Große Motorschlepper für den Streckendienst Minden-Bremen sind in Betrieb genommen.

Jahr 1929.

Im Jahre 1929 wurde als erster größerer Streckenschlepper auf der Weser der Dreischraubenschlepper „Direktor Schlüter" gebaut[22]), der mit drei in Tunneln laufenden Schrauben arbeitet. Damit führte man in der Weserschiffahrt die Motorschraubenschlepper ein und brach mit dem bis dahin dort üblichen Seiten- und Heckradschlepper, die sich bei der immer mit beschränkter Wassertiefe kämpfenden Weserschiffahrt gehalten hatten, trotzdem sie unangemessen hohe Schleppleistungen vollbringen konnten. Die Hauptnachteile dieses Dieselschraubenschleppers

[22]) W. R. H. 1929/4.

„Direktor Schlüter", die höheren Anschaffungskosten, sowie die verhältnismäßig hohe Umdrehungszahl der Dieselmotore nahm man in Kauf, da der Schlepper die für die Praxis gestellten Bedingungen sonst durchaus erfüllte. Der Tiefgang dieses Schleppers ist wohl um 15 bis 20% größer als der bei Radschleppern, zeigt jedoch keine praktischen Nachteile, da der Schlepper nicht breiter als die schmale Rinne in der Mitte des Fahrwassers ist.

In demselben Jahre trug der Motor weitere Siege über die Dampfmaschine als Antriebsmaschine für Schlepper davon, indem Motore an die Stelle vorhandener Dampfmaschinen traten. Ein Dampfschlepper mit Schraubenantrieb wurde in einen Motorschlepper umgebaut. Der Motorschlepper arbeitet im staatlichen Schleppmonopol auf dem Rhein-Herne-Kanal und erfüllt sämtliche an ihn gestellten Bedingungen, hat zudem erweiterten Aktionsradius, vermehrtes Fassungsvermögen und höhere Maschinenleistung als früher.

Die namentlich auf dem Rhein vorhandenen Vorteile für den Radschlepper brachte die Gutehoffnungshütte auf den Gedanken, den Dieselmotor auch für Radschlepper nutzbar zu machen. Dieser erste Dieselseitenradschlepper auf dem Rhein ist „Haniel I", der aus einem alten Seitenraddampfer umgebaut wurde. Er hat die an ihn gestellten Erwartungen voll erfüllt [23]).

Jahr 1930.

Im Jahre 1930 wurde von der Schiffswerft Linz, die schon seit Jahren außer Schleppkähnen nur noch Schiffe mit Motorkraft baut, ein Dreischraubenmotorschlepper „Amsterdam" [24]) gebaut, der drei achtzylindrige und kompressorlose einfach wirkende Viertakt-MAN-Motore erhielt. Der Motorschlepper besitzt hervorragende Betriebssicherheit und Manövrierfähigkeit und ist erfolgreicher Konkurrent der dampfbetriebenen Radschlepper. Er entwickelt ohne Anhang die außerordentlich hohe mittlere Geschwindigkeit von 22 km pro Stunde bergauf.

Die Mindener Eisenbetonwerft A.-G. „Mewag" baute den Schlepper „Marianne", ausgerüstet mit zwei Junkerschen Dieselmotoren von je 110 PS zum Verkehr auf Weser und Elbe. Bei einem Tiefgang von 1,10 m und bei 375 Umdrehungen pro Minute wurde am Pfahl eine Schleppleistung von 4 200 kg erzielt. Der Schlepper besitzt ein Normalheck mit Normalschirm und wird mittels Wendegetriebe umgesteuert. Als Besatzung sind vorhanden: 1 Schiffsführer, 1 Maschinist und 1 Junge. Der Bunker faßt 6 t Brennstoff und reicht somit für 190 Fahrstunden. Das Schiff hat sich nach Aussagen der Bauwerft als außerordentlich wirtschaftlich arbeitender Motorschlepper erwiesen.

---

[23]) Teubert, zweite Auflage, Seite 647.

[24]) Z. f. B. 1930/10.

Im Jahre 1930 kam noch eine ganz neue Art des Schleppverkehrs auf. Der bayerische Lloyd baute das an das amerikanische Floßschubsystem sich anlehnende motorisierte Schubschiff „Uhu“ [25]). Dieses Schiff ist ausgerüstet mit Voith-Schneider-Antrieb (siehe auch B. techn. Fragen). Die dadurch bedingte außerordentlich gute Manövrierfähigkeit kommt dem neuen „Schlepper“ besonders zugute, das Wenden der aus dem Schubschiff und seinen Kähnen bestehenden Einfahrt von 90 m erfolgt in etwa 1 bis 2 Minuten auf dem Strom und zwar um ihren Mittelpunkt auf der Stelle. Die Versuche mit diesem „Schlepper“ lassen vermuten, daß das Schiffssystem dem üblichen Schleppsystem bedeutend überlegen sein wird. Jedes mit dem Schiff Uhu geschobene Schiff wird nicht mehr selbst gesteuert wie früher, sondern die Steuerung des gesamten Schiffszuges erfolgt nur vom Lenker des Schubbootes. Hierdurch werden zum mindesten die Zugkraftverluste, die durch schlechtes Steuern der einzelnen Frachtschiffe entstehen, vermieden. Die Frachtschiffe legen sich mit dem Bug gegen die Schubschultern des Schubschiffes und sind mit diesem im übrigen durch Seile verbunden. Auf diese Art und Weise werden somit entgegen aller bisherigen Gewohnheit die Frachtschiffe mit dem Steuer voraus geschoben. Der vordere Teil der Schiffe (Bug) besitzt eine so große Festigkeit, daß in dieser Hinsicht keine Schwierigkeiten vorhanden waren.

Teubert [26]) hält dieses Schiff für die beste Art des Schiffzuges wegen seiner drei Vorzüge:

1) Verminderung des Schleppwiderstandes = kleinere Fahr- oder Schleppkosten,
2) Verminderung der Bedienungsmannschaften = kleinere Betriebskosten und
3) bessere Ausnutzung des Schiffsparks durch beschleunigten Umlauf der Schiffe = höhere Frachteinnahmen.

Jahr 1931.

Ende des Jahres 1931 wurde von der Badischen Wasser- und Straßenbaudirektion Karlsruhe ein neuartiger, flachgehender Zweischrauben-Dieselmotorschlepper „Breisach“ auf dem Oberrhein in Dienst gestellt [27]). Der Tiefgang des Schleppers bei voller Ausrüstung und 4 t Brennstoff (Gasöl) beträgt nur 0,7 m, der höchste Festpunkt des Bootes liegt 3 m über dem Wasserspiegel. Die Schiffsschrauben sind aus bester Sonderbronze hergestellt, tauchen 0,85 m tief ein, haben 1,20 m Durchmesser und liegen in einem Tunnel. Der vorgeschriebene geringe Tiefgang bedingt wirt-

[25]) Z. f. B. 1930/12.
[26]) Teubert, zweite Auflage, Seite 776.
[27]) B. d. J. 1931/38.

schaftliche Vermeidung überflüssiger Werkstoffe und Gewichte sowie unnötiger Konstruktionsteile. Als Baustoff für den Schiffskörper ist deutscher Siemens-Martin-Flußstahl mit 11 bis 40 kg/mm² Festigkeit genommen worden. Die Schiffswandstärken schwanken zwischen 5 und 7 mm. Die Maschinenanlage besteht aus zwei kompressorlosen Sulzer Vierzylinder-Zweitaktmotoren mit Wendegetriebe. Leistung 160 PS bei 375 Umdrehungen/Minute. Die Pfahlprobe ergab 5000 kg Zugkraft = 15,5 kg/PS. Die Geschwindigkeit des Schleppers in stillem Wasser ohne Anhang ist 20 km/Stunde. Dieser Schlepper ist wegen seines besonders geringen Tiefganges für den Dienst auf Binnenflüssen sehr geeignet.

Ein Problem bedeutet noch der nur 25% betragende Propulsionswirkungsgrad der Schrauben und Räder. Es wird immer wieder versucht, ein wirtschaftlicheres Arbeiten der Schrauben zu erzielen und außerdem die starke Wellen- und Schaumbildung der Propeller und Räder zu verringern, um Kanalsohle und Ufer zu schonen. Nachdem man zur Ueberzeugung gekommen war, daß die bestehende Schraubenform nicht mehr wirkungsvoller gestaltet werden kann, versuchte man, durch andere Wege zum Ziel zu gelangen. So knüpfte Dipl.-Ing. Kort, Hannover[28]), an den von Prof. Zeuner vor 30 Jahren an dem „Strahlschiff" ausgeführten Gedanken an und konstruierte einen „Düsenschlepper". Der Schlepper wird von einem unter Wasser liegenden sich verengenden und zweiteilig beginnenden Tunnel durchsetzt. Das Wasser dringt durch diese beiden Tunnel ein, wird von der an der engsten Stelle liegenden Schraube angesaugt und nach hinten ausgestoßen. Durch Verengungen im Tunnel herrscht im Schraubenkreis bedeutend höhere Wassergeschwindigkeit, so daß die von der Schraube erfaßte Wassermenge um ein Mehrfaches erhöht wird. Dadurch wird höhere Schleppleistung bei gleicher Maschinenkraft, oder mit kleineren und billigeren Maschinen die gleiche Leistung erzielt. Größtmögliche Schonung der Kanalsohle und Böschung, weil das Schraubenwasser am Heck in breitem langsam fließendem Strom austritt, gute Manövrierfähigkeit sind angenehme Nebenerscheinungen dabei. Die erzielten Ergebnisse langjähriger wissenschaftlicher Versuche veranlaßten das Reichsverkehrsministerium, ein Probeschiff für die Schleppmonopolverwaltung in Bau zu geben. Dieses Schiff kostet nur 80 000 ℳ gegenüber 130 000 ℳ für einen anderen Schlepper, hat mit 100 bis 120 PS die gleiche Schleppleistung wie die Schraubenschlepper mit 160 PS, ist sehr manövrierfähig und braucht nur 2 Mann Besatzung: einen motorkundigen Schiffsführer und einen Bootsmann. Es läßt sich jetzt noch nicht übersehen, ob sich dieser Antrieb für freie Ströme und

[28]) Hansa, 1931/36.

für höhere Geschwindigkeiten eignen wird, die bisherigen Versuche aber haben seine Eignung für den Kanalschleppbetrieb erwiesen.

Mit diesem Schiffe schließt im Jahre 1931 die bisherige technische Entwicklung der Motorisierung deutscher Schlepper ab, die nur stichwortartig an besonders markanten Beispielen gezeigt werden konnte. Schon dieser knappe Ueberblick genügt zu der Erkenntnis, daß der Motor das Gebiet des Schleppverkehrs völlig erobert hat, insofern als neben Umbauten Neubauten nur noch mit Motoren ausgerüstet werden. Eine nähere Ausführung über die besondere Qualität der Leistungen und die Wirtschaftlichkeit der Motorkraft erfolgt gesondert in einem nachstehenden Abschnitt.

Entwicklung der Motorisierung von Schleppern im Auslande.

Was die weitere Entwicklung anbetrifft, so stehen für Deutschland noch Neuerungen offen, wenn man die Fortschritte des Schlepperbaues im Auslande — es kommt nur Amerika in Betracht, da dieses Land die größten technischen Fortschritte zeigt — betrachtet. Diese neuartigen Schleppertypen vermögen unter Umständen auch den deutschen Schlepperbau zu beeinflussen, da mit ihnen neue Wege beschritten worden sind.

Dieselelektromotorschlepper. 1929.

So hat Amerika an Bemerkenswertem hauptsächlich dieselelektrische Schlepper entwickelt. Im Jahre 1929 liefen im Hafen von New York schon fünf elektrisch betriebene Motorschlepper. Bei derartig angetriebenen Schiffen kann die Umlaufzahl der Schrauben vom Maschinenhaus aus geregelt werden, wodurch keine Verzögerung oder Irrtümer bei Ausführung von Manövern vorkommt, was wegen der häufigen Manövrierung in den Häfen sehr von Vorteil ist. Die Tourenzahl der Schrauben kann auf acht bis neun Umdrehungen pro Minute verringert werden, was bei direktem Antrieb unmöglich ist. Die tägliche Betriebszeit der Schlepper beträgt 24 Stunden. Die Anschaffungskosten (180 000 Dollar) waren gegenüber Dampfschleppern (150 000 Dollar) bedeutend höher, doch ist die Betriebsersparnis pro Jahr bedeutend (14 000 Dollar [29]).

Die Leistung von mehreren Motoren und die Uebertragung der Umdrehungszahlen von den Motoren auf die Schiffsschraube auf dem Umweg über die Elektrizität stellt den bequemsten und sichersten, wenn auch den teuersten Weg dar. So wurde bei einem Vortrag vor der Society of Naval architects and marine engineers in New York berichtet [30]), daß man sehr gute Ergebnisse mit

[29]) W. R. H. 1929/7.
[30]) W. R. H. 1927/2.

dieselelektrischen Schleppern erzielt hätte, deren Manövrierfähigkeit von der Steuerbrücke aus sich als außerordentlich wertvoll erwiesen hat. Der Hauptvorteil bei diesen amerikanischen Dieselelektroschleppern ist aber darin zu suchen, daß stets die volle Leistung auf die Schraube übertragen werden kann, und zwar unabhängig davon, ob der Schlepper frei fährt oder leichten resp. schweren Anhang schleppen muß. Diese Manövrierfähigkeit in der Belastung ist beim anderen Antriebssystem bei weitem nicht in gleichem Maße erzielbar und für die wirtschaftliche Ausnutzung eines Schleppers, vor allem im Hafendienste von Bedeutung. Das Gewicht der Maschine soll nach den amerikanischen Angaben selbst mit dem Generator noch geringer sein als das Gewicht bei gleichartigen Dampfschleppern, wodurch auch die Größe des Schiffsrumpfes, der lediglich von dem Gewicht der Maschine abhängig ist, kleiner gehalten werden kann. Auf einen Vergleich mit einem Motorschlepper wird in dem Vortrag leider nicht eingegangen. Die Dieselschlepper haben im allgemeinen Leistungen von über 2000 PS. Bereits 1931 fuhren in Nordamerika 77 Schiffe, deren Leistungen zwischen 60 PS und 4000 PS schwanken [31]).

Eine weitere Neuerung wurde in Amerika eingeführt, die auch in Deutschland in etwas anderer Hinsicht Eingang gefunden hat (siehe 2a Geschichtliches über den Selbstfahrerbetrieb): das Steuern eines Schleppzuges vom geschleppten Schiff aus. Ein dieselelektrischer Schlepper wird zum Schleppen einer Waggonfähre auf dem St. Lorenzstrom benutzt, und da auf der Fähre eine bessere Uebersicht vorhanden ist, so erfolgte die Manövrierung der zwei Motoren von 800 PS von dort aus. Im Bedarfsfalle kann die Steuerung des Schleppers vom Maschinenstand oder von seiner Brücke aus erfolgen [32]).

Raupenschlepper 1930.

Aehnlich wie in Deutschland im Jahre 1930 durch das Schubschiff Uhu ein ganz neuer Weg für Motorschlepper beschritten worden ist, hat auch Amerika ein neues Schleppaggregat erfunden und ausprobiert, indem es für flache Flüsse einen Schlepper mit Raupenbandantrieb in Betrieb gesetzt hat. Der betreffende Schlepper hat einen Tiefgang von 60 bis 90 cm und fährt auf dem Mississippi. Auf zwei Raupenbändern, die eine Art langer Kette bilden, befinden sich flache, rechteckige, im rechten Winkel zu der Kette stehende Schaufeln aus durchlöchertem Blech. Je ein Elektromotor treibt jede Raupenkette. Zwei Dieselmotoren von 100 PS liefern den erforderlichen Strom. Die Schlepper benötigen kein Steuer, da die Raupenbänder genau wie bei Raupenschleppern auf dem Lande zum Steuern benutzt werden. Durch

[31]) Schiffbau. Oktober 1928.
[32]) Z. f. B. 1930/9.

diese Einführung des Raupenbandantriebes sind die großen Nachteile ausgemerzt worden, die sonst für Schiffe, welche in geringen Wassertiefen fahren, bestehen, indem die Heckräder, Seitenschaufelräder und Tunnelschrauben in solchen Gewässern nicht ausreichend wirksam sind und durch das zurückgeworfene Wasser oft nicht unerhebliche Beschädigungen an den Ufern von Kanälen hervorrufen. Auch das schwierige Wenden an engen Flußstellen ist durch den Raupenschlepper aufgehoben worden, da der Schlepper auf der Stelle wenden kann und keine Gefahr läuft, wie die Schlepper mit anderen Antriebsarten, durch die Flußufer beschädigt zu werden. Diese Vorteile sind nicht unwesentlich und bieten die Möglichkeit zur Uebertragung auf deutsche Verhältnisse.

Uebrigens wurde auf dem Mississippi 1931 ein Zweischrauben-Dieselmotorschlepper in Dienst gestellt, der mit 2200 PS der stärkste Schlepper der Welt sein soll. Er arbeitet mit 2 unmittelbar umsteuerbaren Viertakt-Dieselmotoren zu je 1100 PS bei 200 Umdrehungen/Minute, hat 6,4 km/Std. Geschwindigkeit bei 10 680 t Schleppvermögen. Jede Motorenhöchstleistung ist 1 300 PS bei 230 Umdrehungen/Min., Brennstoffverbrauch 0,185 kg/PS und Stunden. Je 2 Ruderpaare vor und hinter den Schrauben geben dem Boot große Manövrierfähigkeit. In den Bunkern werden 160 t Dieselöl mitgeführt[33]).

b) Die Qualität der Leistungen.

Wirtschaftliche Ueberlegenheit der Oelmaschine.

Die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Motorantriebes folgt aus dem gegenüber dem Dampfantrieb effektiv bedeutend höheren Wirkungsgrad infolge seines geringen Wärmeverbrauches für die Leistungseinheit. Bei der Oelmaschine fallen außerdem durch die restlose Verbrennung des Brennstoffes im Arbeitszylinder selbst alle die Verluste weg, die in der Dampfmaschinenanlage mit ihren Rohrleitungen usw. durch Ausstrahlung entstehen.

Nachstehende Tabelle gibt die Zahlen des Verbrauches in Wärmeeinheiten und den effektiven Wirkungsgrad an.

Antriebsart	Verbrauch für 1 PS und Stunde in WE	Effektiver Wirkungsgrad in % der WE
Dampfmaschine mit Auspuff	7 500 bis 9 600	6,6 bis 8,4
Dampfmaschine mit Kondensation	4 300 „ 6 300	10,0 „ 16,0
Turbine für überhitzten Dampf	4 300 „ 6 300	10,0 „ 16,0
Sauggasmaschine	2 800 „ 3 500	18,0 „ 23,0
Zweitakt-Dieselmaschine	1 900 „ 2 000	25,0 „ 30,0
Viertakt-Dieselmaschine		27,0 „ 32,0

[33]) V. d. J. 1931/49.

Der mechanische Wirkungsgrad ist bis jetzt jedoch mit 0,7 bis 0,8 bei größeren und 0,6 bis 0,65 bei kleineren Dieselmotoren schlechter als der 0,7 bis 0,8 betragende bei Dampfmaschinen. Es besteht aber die Hoffnung, daß auch hier in absehbarer Zeit kein Unterschied mehr vorhanden sein wird, denn sollte einmal der Motor eine ebenso lange Entwicklung hinter sich haben wie die Dampfmaschine, so sind dann Erfahrungen genügend vorhanden, um das Letztmögliche aus der Maschine herauszuholen.

Vergleich zwischen Dampf- und Motorantrieb bei Schleppern.

Schon aus den geschichtlichen Ausführungen über die Entstehung der verschiedenerlei Motorschlepper geht zum Teil schon die Ueberlegenheit des Motorschleppers über den Dampfschlepper hervor. Die nachstehende Zusammenstellung soll ein zusammenhängendes Bild der vielen Vorteile des Motorantriebes geben.

1) Raum- und Gewichtsersparnis. Der Gewinn an Raum kann der Bequemlichkeit für das Bedienungspersonal zugute kommen oder zur Erzielung der günstigsten Fahrgeschwindigkeit an der Schiffsform erspart werden oder durch Einbau großer Bunker der Aktionsradius erweitert oder zur Verbilligung des Schiffskörpers selbst verwendet werden. Die Anschaffungskosten für den Motor könnten noch mehr verringert werden, wenn bei der großen Anzahl der Motoren eine Normung oder Typisierung vorgenommen würde. Auch die Frage der Vereinheitlichung der Ersatzteile ist noch zu lösen, um Verbilligung zu erreichen. Wenn auch jede Firma ihre Erzeugnisse für die besten hält, so haben Reedereien mit verschiedenen Motoren gleich gute Erfahrungen gemacht. Die Gewichtsersparnis ist z. B. bei einem 4zylindrigen Deutzmotor gegenüber der Dampfmaschine 50%, sein Gewicht beträgt 60 bis 100 kg gegen 160 bis 190 kg für die Dampfmaschine.

2) Ersparnis an Heizerpersonal und evtl. an Maschinisten. Die Bedienung ist weiterhin so vereinfacht, daß bis zu 200 PS Motorenleistung selbst die viel manövrierenden Hafenschlepper vom Schiffsführerstand aus bedient werden, wodurch ein Maschinist noch in Wegfall kommt.

3) Ersparnis an Brennstoff während der Stilliegezeit. Der Brennstoffverbrauch bei Dampfanlagen außerhalb der Betriebszeit beträgt 20 bis 30% des gesamten Brennstoffverbrauches.

4) Vermehrtes Fassungsvermögen an Brennstoff pro Raumeinheit, geringes Gewicht des auf einer Reise verbrauchten Brennstoffes, wodurch die Tauchung resp. auch der Trimm des Schiffes weniger verändert wird, was für den Wirkungsgrad der Räder und Schrauben vorteilhaft ist.

5) Schnelle, saubere und weniger häufig vorzunehmende Bunkerung des flüssigen Brennstoffes.
6) Stete Betriebsbereitschaft.
7) Wegfall des Schornsteins, wodurch dem Steuermann der in der Binnenschiffahrt nach vorn und hinten gleich wichtige Ausblick erleichtert wird.
8) Leistungserhöhung des Motors gegenüber der Dampfmaschine, wie sie schon aus den Leistungsversuchen des Jahres 1927 hervorgeht und die sich im Laufe der Zeit noch vermehrt.
9) Größere durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit.
10) Wendigkeit und Handlichkeit, hervorragende Manövrierfähigkeit kleiner Hafenmotorschlepper.
11) Durch geeignete Schraubenwasserführung Anwendungsmöglichkeit bei niedrigem Wasserstand auch für starke Schlepper — das bedeutet wirtschaftlichen Vorteil, da keine Stillegung wegen niedrigen Wasserstands mehr nötig ist —.
12) Schonung von Kanalsohle und Böschung.

Zu diesen Vorteilen lassen sich noch weitere Ausführungen machen an Hand einer Zusammenstellung, die die Schleppmonopolverwaltung zur Begründung eines Umbaues eines Schleppers gemacht hat[34]). Außer der steten Betriebsbereitschaft, der Ersparnis an Maschinenpersonal und der verbesserten Bunkerung erkannte die Verwaltung als Vorteile des Motorantriebes beim Schlepper noch an:

13) Fortfall des lästigen Kesseluntersuchungszwanges und der mit dem Kesselbetrieb zusammenhängenden Betriebsstörungen (Kesselreinigung z. B.).
14) Fortfall der erforderlichen dauernden Wartung.
15) Einfache Bedienung der Maschinenanlage infolge Wegfalles der heißen, staubigen Kohlenanlage, besonders in den Sommermonaten.

Nachteilig ist die Schwierigkeit des Antriebes der Hilfsmaschinen, Ankerwinden, Ladegeschirre und die geringe Ueberlastbarkeit des Motors selbst.

Die so vielseitige qualitative Ueberlegenheit des motorisierten Schleppers über den Dampfschlepper ist um so höher zu werten, wenn man berücksichtigt, daß auch die Dampfmaschine in äußerster Kraftanspannung eine Weiterentwicklung und Verbesserung erfuhr. Sie hat gegenüber dem Motor vor allem den Vorsprung langjähriger ruhiger Entwicklung für sich, die es soweit gebracht hat, daß, während der erste deutsche im Jahre 1841 in Betrieb gestellte Schlepper nur 2 at Kesseldruck bei 300 PS Maschinen-

[34]) W. R. H. 1929/13.

leistung und 500 t Schleppanhang mit einem Kohleverbrauch von 2,5 bis 3 kg/PSi u. Std. = 1,8 kg Kohle pro t Anhang hatte, die seit 1928 fahrenden Schlepper 16 at Kesseldruck, 2000 PSi für 7000 t Schleppanhang haben und nur 0,5 kg/PSi u. Std. Kohlen = 0,19 kg Kohle pro t Anhang verbrauchen. Auch versuchten die Dampfmaschinenbauer durch ganz neue Momente weitere Vorteile zu erzielen. Das Bestreben, durch weitergehende Ausnutzung des Wärmegefälles höhere Wirtschaftlichkeit des Dampfantriebes zu erzielen, führte erstens zu der Konstruktion einer Kolbendampfmaschine mit Abdampfturbine, die jedoch keinen Eingang in die Binnenschleppschiffahrt gefunden hat. Zweitens wurde versucht, eine Manövrierung der Dampfmaschine direkt von der Brücke des Schleppers aus zu ermöglichen, wie dieses bei den Motorschleppern schon der Fall war. Die Dampfmaschine hatte weiterhin den in ihrer Eigenart liegenden Vorteil, daß der für geringere Wassertiefen wirkungsvollere direkte Radantrieb der langsam laufenden Dampfmaschine besser angepaßt ist als dem schneller laufenden Motor. Aber der deutsche Motorenbau hat auch dieses Problem gelöst und erreicht, daß durch gut durchgebildete mechanische oder hydraulische Zwischengetriebe schnell laufende Dieselmotore selbst langsam laufende große und schwere Seiten- oder Heckräder anzutreiben vermögen. Bei Schraubenantrieb zeigt der schnell laufende Motor den gleichen Nachteil, indem bei direktem Antrieb der Wirkungsgrad seiner Schrauben vermindert wird gegenüber langsam laufender Schraube bei Dampfantrieb. Auch hier ist es gelungen, Verbesserungen zu erzielen durch geeignete Formgebung der Schrauben für schnellaufende Motore oder durch Zwischenschaltung von Getrieben, die konstruktiv besonders einfach durchzuführen sind, wenn die Umsteuerung durch Wendegetriebe erfolgt. Da ein Eingehen auf diese Probleme zu weit führen würde, werden im Teil 2 III „Allgemeine betriebswirtschaftliche und technische Fragen" diese technischen Fragen näher besprochen.

Grenzen der Geschwindigkeit.

Bei Strömen mit wesentlicher Geschwindigkeit ist die Schiffsgeschwindigkeit am wirtschaftlichsten bei 7 bis 8 km Fahrt gegen den Strom, was eine Fahrgeschwindigkeit zwischen Schiff und Wasser im ganzen von 11 bis 13 km/Stunde bedeutet. Schlepper sollen 16 km/Stunde im Leerlauf zwischen Schiff und Wasser erreichen[35]). Die Motorschlepper leisten diese Geschwindigkeit dank ihrer Motore und der Schraubenleistungsverbesserungen ohne weiteres.

Somit sind beim Motorenbau auch die letzten Schwierigkeiten behoben, die der Dampfmaschine noch den Vorzug gelassen haben,

[35]) Teubert, erste Auflage Teil II, S. 264.

und da die qualitative Ueberlegenheit der Leistungen auch mit wirtschaftlichen Verbesserungen des Motorschleppbetriebes verknüpft ist, wie sich im Nachstehenden erweist, so ist der neue Erfolg der Technik besiegelt.

c) Die Wirtschaftlichkeit.

Für die wirtschaftliche Beurteilung der Einführung jeglicher Neuerung sind die Kosten maßgebend. So ergibt sich auch bei der Einführung der Motoren die Frage, inwieweit sie wirtschaftlicher sind als die Dampfmaschine.

Ergebnis praktischer Versuche.

Die Ueberlegenheit der motorisierten Schlepper hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zeigen schon die im Jahre 1927 angestellten Leistungsversuche bei Dampf- und Dieselmotorschleppern[36]). Zu diesem Zweck benutzte man den Rheindampfschlepper „Die Maas" und zwei Motorschlepper, von denen einer, „Thyssen III", besonders eingehend untersucht wurde. Nachstehende Zusammenstellung zeigt am klarsten die vorliegenden Versuchsverhältnisse und ihre wirtschaftlichen Ergebnisse, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Schleppleistung des Motorschleppers noch um 29% größer ist als die des Dampfschleppers.

	Dampfschlepper „Die Maas"	Motorschlepper „Thyssen III"
Baupreis	135 000,— RM	125 000,— RM
Auf 1 t Zugleistung kommen folgende Baupreise	96,50 „	69,50 „
Leistung	363 PSi	415 PSi
Umdrehung/Minute	186	336
Wirkungsgrad	70%	80%
	254 PSe	332 PSe
Schleppleistung	1 400 t	1 812,6 t
Besatzung	1 Kapitän	1 Kapitän
	1 Steuermann	1 Steuermann
	1 Maschinist	1 Maschinist
	1 Schiffsjunge	1 Schiffsjunge
	2 Heizer	— Heizer

Wirtschaftliche Ergebnisse.

	Dampfschlepper „Die Maas"	Motorschlepper „Thyssen III"
Gesamtbrennstoffverbrauch	34 t	4,969 t
relative Geschwindigkeit[37])	10,872 km/Std.	11,988 km/Std.
Reisen pro Jahr	30	33
Bemannungskosten pro Jahr	16 715 RM	11 035 RM

[36]) W. R. H. 1927/19.

[37]) Bereinigter Wert (unabhängig von Strömungsgeschwindigkeit).

Unkosten für eine Reise.

	Dampfschlepper „Die Maas"	Motorschlepper „Thyssen III"
Bemannungskosten	558,— RM	335,— RM
Soziale Abgaben	270,— „	182,— „
Vorspann- u. Steuermannslohn	103,50 „	105,— „
Materialienverbrauch	70,— „	123,— „
Reparaturen	150,— „	100,— „
Amortisation 7,5%	337,50 „	284,— „
Brennstoffkosten (Kohle 21 M/t) (Brennöl 218 M/t)	714,— „	730,— „
Unkosten für eine Reise	2 203,— RM	1 859,— RM
Gesamtunkosten	66 090,— RM	61 347,— RM

Einnahmen.

Bergfahrt	42 000,— RM	59 400,— RM
Talfahrt	10 500,— „	11 550,— „
Gesamteinnahmen/Jahr	52 500,— RM	70 950,— RM
	66 090,— RM	70 950,— RM
	52 500,— „	61 347,— „
Jahresabschluß	— 13 590,— RM Verlust	+ 9600,— RM Gewinn

Es zeigt sich also eine eindeutige wirtschaftliche Ueberlegenheit des motorisierten Schleppers gegenüber der Dampfmaschinenanlage. Während der Motorschlepper, der noch die 29% größere Schleppleistung hat, selbst eine 7,5%ige Verzinsung aufbringen kann, muß für den Dampfschlepper von der Substanz genommen werden, die somit mit der Zeit verzehrt sein wird.

Der vorstehenden Rechnung ist ein normales Arbeitsjahr zugrundegelegt worden. Es ist jedoch interessant zu sehen, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn die Konjunktur nachläßt, die Schlepper z. B. nur die Hälfte der normalen Jahresfahrten ausführen können. Konstant bleiben dann immer noch die Bemannungskosten, die sozialen Abgaben und die Amortisation. Die Firmen schließen dabei ab pro Jahr

Dampfschlepper	Motorschlepper
— 14 277,50 RM	— 8 423,25 RM

wobei noch zu berücksichtigen ist, daß 1. die Zinslasten des Motorschleppers geringer sind, und daß 2. die vollen Bemannungskosten angenommen worden sind, da selbst bei eingeschränkter Schlepptätigkeit das Bordpersonal vorhanden sein muß. Der

Motorschlepper bleibt auch hierbei im Vorteil, wenn auch dieser, infolge Verringerung der Einnahmen, sich verkleinert hat.

Selbst bei vollständigem Stilliegen der Schlepper ist ebenfalls der Motorschlepper im Vorteil, da für seinen geringeren Anschaffungspreis entsprechend weniger Zinsen zu zahlen sind[38]). Im Durchschnitt rechnet man im Jahre 1931 an gesamten Anschaffungskosten von Schleppern einschl. Einrichtung und Ausrüstung[38a]):

Dampfschlepper					Dieselschlepper				
150	PSi	Einschrauben	95 000	RM	125	PSi	Einschrauben	80 000	RM
300	„	„	150 000	„	250	„	„	140 000	„
500	„	Doppelschr.	240 000	„	425	„	„	200 000	„
1 000	„	„	280 000	„	850	„	Doppelschrb.	300 000	„
1 200	„	Seitenrad	620 000	„					
1 800	„	„	700 000	„					

Ergebnis theoretischer Versuche an Flußschleppern verschiedener Bauart.

Die erwähnten Untersuchungen der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit von Flußschleppern verschiedener Bauart an der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt brachten nebenstehende Ergebnisse[39]).

Leistungs- und Kostenvergleich wurden für Verhältnisse im flachen Wasser durchgeführt und die letzte Rubrik im Jahre 1928 nachgetragen. Bei der Berechnung des Anschaffungspreises wurde mit einem Tonnenpreis für Schiffsbleche von 145,— *RM* und mit einem Tonnenpreis für Kesselbleche von 170,— *RM* gerechnet. Die Preisangaben für Turbinen und Motore wurden von führenden Lieferfirmen eingeholt. Abschreibungen und Versicherungen erfolgten nach den auf dem Rhein üblichen Verhältnissen. In den Betriebskosten sind enthalten: Bemannungslöhne, soziale Lasten, Lotsengebühren, Reiseauslagen, Wahrschau- und Provisionsgebühren, Kaskoversicherung, Brennstoff-, Material- und Reparaturkosten, Steuern und Verwaltungskosten.

Beim Vergleich der einzelnen Spalten unter sich zeigt es sich jedesmal, daß die Betriebskosten bei der Dampfmaschinenanlage am höchsten sind und daß weniger Jahresbergreisen auf die damit ausgerüsteten Schiffe entfallen als auf die motorisierten Schlepper, weil die Jahresschleppleistungen geringer werden. Die angeführten Schleppselbstkosten sind ebenfalls am höchsten. Bei diesen Werten kommt es jedoch nicht auf die absolute Höhe, sondern nur auf die vergleichsweise Betrachtung an. Am wirt-

[38]) Der Verkaufspreis von Schleppern schwankt ganz außerordentlich und richtet sich nach Angebot und Nachfrage. Es ist daher sehr schwer auch nur annähernd richtige Preise anzugeben.

[38a]) Teubert, zweite Auflage, Seite 670.

[39]) W. R. H. 1927/24 und 1928/17.

	Seitenradschlepper			Lloyd-schiff
	Dampf	Turbine	Diesel	Diesel
Betriebskosten incl. 7,5% Abschreibung und 5% Verzinsung in RM *)	230 719	218 295	221 935	233 950
Minus Einnahmen aus Talfahrten RM	10 800	10 800	12 000	12 000
Gesamte vergleichsweise Unkosten in RM	219 919	207 495	209 935	221 950
Anzahl der Jahresbergreisen	27	27	30	30
Jahresschleppleistung in t	135 000	135 000	150 000	162 000
Vergleichsweise Schleppselbstkosten in RM je t	1,63	1,54	1,39	1,37

	2 Wellenschlepper		
	Dampf	Turbine	Diesel
Betriebskosten incl. 7,5% Abschreibung und 5% Verzinsung in RM *)	206 203	195 008	189 376
Minus Einnahmen aus Talfahrten RM	10 800	10 800	12 000
Gesamte vergleichsweise Unkosten in RM	195 403	184 208	177 376
Anzahl der Jahresbergreisen	27	27	30
Jahresschleppleistung in t	93 150	93 150	103 500
Vergleichsweise Schleppselbstkosten in RM je t	2,09	1,97	1,70

	3 Wellenschlepper		4 Wellenschlepper	2 Schrauben-Tunnelschlepper
	Dampf	Diesel	Diesel	Diesel
Betriebskosten incl. 7,5% Abschreibung und 5% Verzinsung in RM *)	218 695	194 531	216 256	189 376
Minus Einnahmen aus Talfahrten RM	10 800	12 000	12 000	12 000
Gesamte vergleichsweise Unkosten in RM	207 895	182 531	204 256	177 376
Anzahl der Jahresbergreisen	27	30	30	30
Jahresschleppleistung in t	101 250	112 500	132 000	139 000
Vergleichsweise Schleppselbstkosten in RM je t	2,04	1,62	1,55	1,27

*) Anzahl der Reisen mal 400 *RM*.

schaftlichsten arbeitet der Zweischraubentunnelschlepper (letzte Spalte), ausgerüstet mit einem Dieselmotor und mit einer langsam drehenden Schraube, die mit ihren Propellerenden 30 cm unter

dem Kiel schlägt. Ueber die Versuchsergebnisse wird noch gesagt, daß, wenn die Untersuchungen sich nicht nur auf flache Wasserverhältnisse bezogen hätten, sich das Bild beträchtlich zugunsten der motorisierten Schraubenschlepper verschieben werde, da der Wirkungsgrad der Schrauben in diesen Gewässern am besten ist. So zeigt sich tatsächlich auf dem Mittel- und Unterrhein ein allgemeines ständiges Anwachsen motorisierter Schraubenschlepper.

Ergebnis von Teubert.

Auch Teubert[40]) hat eine genaue Kostenberechnung durchgeführt, bei der er wegen der besonders im Vergleich von Dampf- und Dieselschleppern noch herrschenden Uebergangsverhältnisse nicht zahlenmäßig eingegangen ist, die aber, wie auf der nachfolgenden Tafel zu sehen ist, die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Motorschleppers gegenüber dem Dampfschlepper zeigt. Es wurde angenommen: Verzinsung 5%, Abschreibung 4% (was einer Lebensdauer von 18 Jahren entspricht); Versicherungsbeiträge bei Schraubendampfer 2%, für Raddampfer 2,25% (sie betragen 2% auf der Oder und dem Dortmund-Ems-Kanal; 2,25% auf der Elbe und 2,5% auf dem Rhein); Unterhaltungskosten 4%, Verwaltungskosten 1,5%, sächliche Kosten 18% der Beschaffungskosten. Zugrundegelegt wurden Reisen von Duisburg nach Mannheim zu je 100 Fahrstunden.

Tafel über die Wirtschaftlichkeit von Dampf- und Motorschleppern.

	Einschrauben-		Einschrauben-		Rad-	Vier-
	Dampfer	Motorschiff	Dampfer	Motorschiff	dampfer	schrauben- Motorschiff
Schleppleistung t	1 100	1 100	1 650	1 650	4 400	4 400
Beschaffungskosten RM	87 000,–	74 000,–	135 000,–	115 000,–	400 000,–	300 000,–
Vers. Kosten RM	12 700,–	10 360,–*)	16 270,–	10 360,–**)	32 310,–	18 799,–***)
Sächl. „ „	14 440,–	11 800,–	20 700,–	16 800,–	60 000,–	56 420,–
Fahrkosten „	15 730,–	14 140,–	20 590,–	21 140,–	50 340,–	46 000,–
Zusammen RM	42 870,–	36 380,–	57 560,–	48 300,–	142 650,–	121 210,–
Einnahmen:						
bei 26 Reisen RM	44 220,–		62 480,–		154 880,–	
„ 28 „ „		47 610,–		67 440,–		167 640,–
(1,20 RM Schlepplohn jet)						
Gewinn RM	1 350,–	11 230,–	4 920,–	19 140,–	12 230,–	46 430,–
Überlegenheit des Motorschleppers RM	+ 9 880,–		+ 14 220,–		+ 34 200,–	

*) Ein Heizer erspart. **) Zwei Heizer und ein Junge erspart. ***) Vier Heizer und zwei Matrosen erspart.

[40]) Teubert, zweite Auflage Seite 852.

Die Ueberlegenheit des Dieselmotorschleppers über den Dampfschlepper zeigen eindeutig die Zahlen der letzten Reihe.

Ermittlung der Schleppkosten je t/km.

Die Schleppleistung hängt ab vom Widerstand des Schleppers und der geschleppten Schiffe sowie von dem der Wasserstraße. Diese Widerstände sind je nach Bauart des Schleppers und seiner angehängten Schiffe, je nach ihrer Tauchtiefe und ihrem Baustoff verschieden. Auch der Widerstand der Wasserstraße verändert sich infolge seiner stets wechselnden Breite, Tiefe und seines Gefälles. Daher ist es wenigstens für offene Ströme nicht möglich eine theoretische Berechnung der Schleppkosten je tkm vorzunehmen. Wohl hat Prietze [41]) eine Formel zur Berechnung der Schlepperkosten je tkm bewegter Ladung aufgestellt

$$\text{Schlepperkosten} = \frac{m \cdot A + L' + kD}{D},$$

wobei: A = Anschaffungswert,
D = jährliche Schleppleistung tkm,
L' = jährliche Lohnsumme,
m = Hundertsatz der Anschaffungskosten,
k = Betriebsstoffkosten je tkm Ladung.

Man richtet sich jedoch in Schleppschiffahrtsbetrieben nach Erfahrungen. So beträgt die Schleppleistung je Stunde und PSi bei den auf den einzelnen Stromstrecken üblichen Geschwindigkeiten (gegen das Ufer) ungefähr:

		im Oberlauf	im Mittellauf	im Unterlauf
auf dem Rhein	tkm	12	19	21
„ der Elbe	„	9	12	21
„ „ Oder	„	—	10	14

Auf den deutschen Kanälen kann man die Schleppleistung je PSi und Stunde zu 50 bis 70 tkm ansetzen, bei einer angenommenen Stundengeschwindigkeit von 4,5 km, Schiffe von Plauer oder Breslauer Maß und bei einem Verhältnis des Kanalquerschnitts zum Schiffsquerschnitt von 5 [42]).

Kalkulation einer Umstellung vom Dampfschleppbetrieb auf Motorschleppbetrieb.

Einwandfrei ist mit obigen praktischen Ergebnissen und vergleichsweisen Untersuchungen der Motorschlepper in Leistung und

[41]) Prietze „Die Wasserwirtschaft Deutschlands".
[42]) Teubert, zweite Auflage Seite 855.

Wirtschaftlichkeit dem Dampfschlepper überlegen. In diesem Zusammenhang ist ein Aktenbericht der Handelskammer Lübeck über den für Rechnung des Lübeckschen Staates geführten Schleppbetrieb auf dem Elbe-Trave-Kanal von Interesse. Zur Erzielung eines günstigen Wirtschaftsergebnisses — die Gebühren werden aus verkehrspolitischen Gründen sehr niedrig bemessen — prüfte die Kammer die Frage der Motorisierung. Die Prüfung ergab, daß die wirtschaftliche Ueberlegenheit des motorisierten Schleppers für den Betrieb auf dem Elbe-Trave-Kanal noch größer wäre als etwa auf den westdeutschen Kanälen, da hier mit einem höheren Kohlenpreis zu rechnen sei. Vom 1. 6. bis 30. 9. 1929 waren vier Dampfschlepper und ein Motorschlepper in Betrieb gewesen. Die reinen Betriebskosten betrugen für den Dampfschlepper durchschnittlich 9315,— *RM*, für den Motorschlepper 5706,30 *RM*. Es wurde dann folgende Kalkulation aufgestellt und zwar erstens für den heutigen Stand (ein Motor-, sechs Dampfschlepper) und zweitens für einen Bestand von sechs bezw. sieben Motorschleppern.

	heutiger Stand RM	6 Motorschlepper RM	7 Motorschlepper RM
Besatzung	93 500	72 000	84 000
Unterhaltungskosten	14 000	10 800	12 600
Versicherung	5 000	9 000	10 500
Brennstoff	75 000	30 000	35 000
Verzinsung	27 020	35 000	43 400
Abschreibungen	29 830	15 000	18 600
	244 350	171 800	204 100
Ersparnis	0	72 550	40 250

Der Anschaffungspreis des Motorschleppers wurde mit 120000 *RM* geschätzt. Die Verzinsung wurde mit 7% angenommen. Das Ergebnis der Kalkulation war, daß der Ersatz der Dampfschlepper durch Motorschlepper technisch und wirtschaftlich für das richtigste gehalten wurde.

Umbau von Dampfschleppern zu Motorschleppern.

Daß die wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile der Motorschleppkraft sich auch auf den vorhandenen Dampfschiffbestand übertragen lassen, erwies der Umbau eines im Jahre 1903 erbauten Hamburger Dampfschleppers in einen Motorschlepper[43]). Dieser Dampfschlepper lag 1927 infolge seiner unwirtschaftlichen Betriebsweise schon seit längerer Zeit still. Der Schiffskörper

[43]) W. R. H. 1928/1.

war jedoch noch sehr gut erhalten. Der kleine Dampfschlepper benötigte neben dem Schiffer und dem meist vorhandenen Deckjungen stets einen dritten Mann zur Bedienung und Instandhaltung der Kessel- und Maschinenanlage, während Motorschlepper im allgemeinen durch den Schiffer allein bedient und auch laufend instandgehalten werden können. Bei der Kalkulation des Umbaues wurde eingesetzt: reiner Brennstoff- und Schmierölverbrauch, Personalkosten unter Zugrundelegung des erfahrungsgemäßen Arbeitsprogrammes eines Rheinschleppers im Jahr. Nicht berücksichtigt wurde: höhere Schleppleistung und größere Fahrzeiten. Es ergab sich eine theoretische Ersparnis von 6 000,— *RM* pro Jahr. Der Schlepper erhielt zwei kompressorlose Viertakt-Dieselmotore und Wendegetriebe. Durch die Ersparnis an Raum gelang es noch, eine kleine Kajüte und ein WC. mit Waschgelegenheit mit einzubauen. Trotzdem Brennstoff für 180 Betriebsstunden mitgeführt wurde, ist der Schlepper um 2 t leichter geworden. Das Kühlwasser der beiden Zylinder fließt offen im Steuerstand in einen Trichter, um von dort jederzeit kontrolliert zu werden. Der Zugang zum Motor erfolgt durch den Steuerstand selbst, so daß der Schiffer jederzeit schnell und bequem zum Motor gelangen kann. Ein Teil des Kühlwassers kann im Bedarfsfalle an einer Zapfstelle im WC. für Waschzwecke verwendet werden. Der Motorschlepper hat bei 50 Betriebswochen pro Jahr eine jährliche Ersparnis an reinen Betriebsunkosten von 6 140 *RM* erbracht und damit die Vorkalkulation zu seinen Gunsten verbessert. Es ist dabei noch zu berücksichtigen, daß die Leistung dieser Anlage noch höher ist als die frühere beim Dampfbetrieb. Die entstandenen Kosten des Umbaues waren durch die Betriebskostenersparnis in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder eingeholt worden.

Auf dem Rhein-Herne-Kanal wurde, wie schon erwähnt, im Auftrage des Schleppmonopols im Jahre 1929 ebenfalls ein Dampfschlepper in einen Motorschlepper umgebaut [44]).

Nach einem normalen Halbjahrsbetrieb ergaben sich folgende Zahlen, die die Rentabilität des Umbaues nachweisen:

[44]) W. R. H. 1929/13.

	vor dem Umbau	nach dem Umbau
Maschinenleistung	90 Psi	270 Pse bei n = 270 (Motor kann 300 Umdrehungen leisten)
geleistete Schleppstunden	896	1071
geschleppte tkm (Millionen)	3,75	10,6
Verbrauch an Brennstoff (für 1000 tkm)	23,5 kg	2,8 kg Gasöl
Verbrauch an Maschinenöl (für 1000 tkm)	57,0 g	30,0 g
Zylinderöl (für 1000 tkm)	25,0 g	
Ersparnis an Personalkosten		2800 bis 3000 RM
Kosten der Brenn- und Betriebsstoffe/Reise für 1000 tkm (durchschnittl. Preis Nov. 28)	0,56 RM	0,295 RM

Bedingungen eines wirtschaftlichen Umbaues.

Das Schleppmonopol kam nach dem Umbau zu dem Resultat, daß sich ein Umbau von Dampfschleppern in Motorschlepper einerseits nur bei verhältnismäßig gut erhaltenem Schiffskörper lohne, zumal dieser vermehrte Maschinenleistung vertragen muß.

Allgemein zu sagen, wann Umbauten wirtschaftlich sind, ist schwierig, da die örtlichen Verhältnisse zu verschieden sind und der Zustand der alten Schiffe in jedem Falle ein anderer ist. Von Einfluß sind außerdem die Stärke der gewünschten Maschinenleistungsfähigkeit und der vorhandene Raum. Sicher ist jedoch, daß, wenn veraltete, durch zu hohen Kohlenverbrauch unwirtschaftlich gewordene Raddampfer in neuzeitliche Dieselradschlepper umgebaut werden sollen, dieses wirtschaftlich zu rechtfertigen ist. So lohnte sich auch der Umbau des auf Seite 91 beschriebenen Radschleppers. Andererseits lohnt sich bei noch verhältnismäßig modernen Dampfmaschinen und Kesselanlagen heutzutage ein Umbau schon wegen der Zinskosten nicht.

In den weitaus meisten Fällen wird sich jedoch für einen Umbau von Dampf- in Motorantriebskraft eine Wirtschaftlichkeit errechnen lassen. Besonders günstig wird dabei in Rechnung zu setzen sein, wenn dank guter Schiffsform, Schiffskonstruktion, Lagerung der Schiffswelle der Einbau eines Motors ohne besondere Umbauten und Schwierigkeiten vorgenommen werden kann, denn kräftige und gut abgestufte Fundamente sind erforderlich, damit Schwingungen nicht auftreten können, die für Motor und Schiff gefährlich sind und äußerst lästige Geräusche erzeugen. Es bleibt aber immer noch die Frage offen, ob nicht ein kleinerer Schraubenschlepper sich billiger stellt.

2. Selbstfahrerbetrieb.

a) Geschichtliches über die bisherige Entwicklung.

Mit der Einführung des Motors für die Hauptbetriebsart der Binnenschiffahrt, den Schleppbetrieb, war die Bedeutung der neuen Antriebsart nicht erschöpft. Da durch die Verringerung an Gewicht und Raum ein wichtiger Grund, den Antrieb in ein besonderes Schiff zu verlegen, bei dem Motor wegfiel, lag es nahe, den mit der Abhängigkeit des Lastschiffes vom Schlepper verbundenen Nachteil des Schleppbetriebes ebenfalls durch den Motor zu beheben, indem man die Lastschiffe selbst motorisierte. Damit konnten die motorisierten Frachtschiffe selbständig nach Belieben die Fahrt beginnen, unterbrechen und beenden.

Entwicklung der Motorisierung der Frachtschiffe vor dem Kriege.

Schon in den Jahren 1904 bis 1909, als sich die Schiffsbautechnische Gesellschaft mit dem Problem des Sauggasmotors beschäftigte, hielt sie diese Maschinenart nicht nur für die Einführung bei Schleppern, sondern auch zur Eigenbewegung von Frachtschiffen für möglich. Schon damals wurde von manchen Seiten behauptet, daß durch dessen Einbau in alle Lastschiffe ein völliger Umschwung in dem Betriebe der Binnenschiffahrt eintreten werde. Aber die Schwierigkeiten waren hier noch größer als bei der Motorisierung von Schleppern, da die Motore, die den Ansprüchen der Schlepper genügten, längst noch nicht den schwierigeren Verhältnissen bei Frachtschiffen gerecht wurden. Nicht nur der wechselnde Wasserwiderstand, sondern auch der wechselnde Tiefgang der Frachtschiffe durch schwankende Ladungsgewichte einschließlich des Leerganges ließen diese Hoffnung zunächst scheitern. So begann man kurz vor dem Kriege nur unter besonders günstigen Verhältnissen Frachtschiffe mit Motoren zu versehen. Diese Motorisierung war nicht einmal imstande, die beschränkten Gebiete zu erfassen, die die bestehenden Frachtdampfer innehatten, so daß der Motor in jener Zeit für Frachtschiffe noch nicht als Ersatz gelten konnte. Dieses beschränkte Arbeitsgebiet der Frachtdampfer bestand bis dahin in Fahrten zwischen bestimmten Orten, wo sie jedoch mit wirtschaftlichem Erfolg zu regelmäßigem Verkehr mit Stück- und Eilgütern oder auch mit anderen Waren dienten.

Die Vorbedingungen, unter denen bei Frachtschiffen der Motor anstelle der Dampfmaschine treten konnte zur Nutznießung seiner Vorteile, werden von Teubert[45]) 1912 für die Entwicklung der Lastschiffe mit Gasmaschinen folgendermaßen

[45]) Teubert, erste Auflage, Teil I, Seite 632.

umrissen: Lastfrachtschiffe mit eigener Triebkraft könnten nur auf Wasserstraßen, die annähernd überall den gleichen Schiffswiderstand verursachen, d. h. ihren Wasserlauf nicht durch Stromschnellen unterbrechen und für die Schiffsschraube genügend tief sind, wirtschaftlich arbeiten. Er hält schon damals die Oelmaschine jeglicher Bauart für vorteilhafter als die Dampfmaschine, weil durch die Ersparnis an Heizern und Maschinisten die Kosten während der Lade-, Lösch- und Wartezeiten geringer werden.

Man scheiterte jedoch immer an der Bedingung des gleichen Wasserwiderstandes, weil die Gasmaschine der damaligen Zeit in ihrer Leistung nur wenig Veränderung erfahren konnte und niemals, wenn auch nur vorübergehend, überlastet werden durfte. Daher auch die Ansicht von Teubert, daß die Motorschraubenfrachtschiffe nur im Verkehr auf Kanälen mit ihren gleichen Wasserwiderständen und genügend tiefen, gleichmäßig fließenden Wassern verwendet werden könnten. Die Lastschiffe auf Rhein, Weser, Elbe mit so starken Motoren zu versehen, um gegen die verschiedenen Strömungen anfahren zu können, hielt man für töricht, den damaligen Schleppbetrieb für viel vorteilhafter und dem wahren Sinn der Binnenschiffahrt entsprechend.

Damals standen der Verwirklichung außer der Unkenntnis von Schrauben für niedriges Wasser noch die Unkenntnis des wirtschaftlichen Wirkungsgrades hochtouriger Schrauben, die von Motoren angetrieben wurden, im Wege. Bei tiefbeladenen Schiffen erzielte man meistens eine gute Wirkung der Schrauben, während umgekehrt ein unwirtschaftliches Arbeiten eintrat, wenn die Schiffe die unvermeidlichen Leerfahrten antraten und ihre Schraubenflügel aus dem Wasser herausragten.

So war die Ansicht gerechtfertigt, daß sich die Einführung von Motorfrachtschiffen beschränke auf ein Kanalnetz oder ein Netz von Wasserstraßen, die von Natur oder durch Aufstauungen eine genügende Tiefe und ein nur geringes Gefälle besitzen, wie es in der damaligen Zeit die märkischen Wasserstraßen, die elsaß-lothringischen Kanäle und die holländischen Wasserstraßen besaßen. Unter Umständen hielt man alsdann wirtschaftliche Erfolge durch Motorisierung der Frachtschiffe für möglich. Tatsächlich wurde auch auf den märkischen Wasserstraßen ein größerer Schiffspark mit Akkumulatorenantrieb in Betrieb gesetzt, doch waren die wirtschaftlichen Erfolge durch den beschränkten Aktionsradius der Akkumulatoren begrenzt.

Kriegs- und Inflationszeit.

Die Unterbrechung der Entwicklung des deutschen Motorenbaues für die Binnenschiffahrt durch Kriegs- und Inflationszeit traf — wie den Schlepperbau — so auch den Frachtschiffmotorenbau.

Nachkriegszeit.

Noch 1922[46]) ergaben die damaligen Motorkrafterfahrungen das Resultat, daß der Motor nur als Hilfsmittel für Lastschiffe zu gelten hätte, da seine Kraft bei voller Ladung nicht ausreichen werde, die Schiffe über niedrige Wasserstände hinwegzubringen, und daß man doch in diesen Fällen wieder auf die Dampfkraft, das heißt den Schleppbetrieb zurückgreifen müßte. Versuche, Lastschiffe mit Hilfsmotoren einzuführen, haben denn auch zu nennenswerten Erfolgen nicht geführt, aber wohl eben deshalb, weil man sie von vornherein nur als Aushilfskraft betrachtete, nicht als alleinige Fortbewegungskraft, und die Leistungsfähigkeit des Motores nicht voll ausnutzte und außerdem die damals noch in der Entwicklung stehenden Motore den komplizierten Ansprüchen eines motorisierten Frachtschiffsbetriebes absolut nicht genügen konnten.

Jahr 1924.

Im Jahre 1924 erschienen die ersten serienmäßig hergestellten Motorfrachtschiffe auf der Donau. Bei einer Tragfähigkeit von 296 t wurden sie durch zwei kompressorlose Diesel von je 100 PS der Firma MAN angetrieben und erzielten bei Talfahrt 30 km pro Stunde, bei der Bergfahrt mit erheblicher Strömung 12 bis 15 km pro Stunde. Zum ersten Mal waren die Maschinen direkt umsteuerbar gebaut.

Eingeführt wurde der Dieselmotor in die Frachtschiffahrt durch den Bau von 6 Schiffen der „Jupiter"-Klasse des Badischen Rheinschiffahrts-Konzerns in diesem Jahre (1924). Bei 2,7 m Tiefgang und 722 t (einschl. 20 t Oel) Tragfähigkeit hatten diese Schiffe je zwei 250 PS kompressorlose Sechszylinder MAN Diesel mit 250 Umdrehungen pro Minute[47]). Das größte Motorfrachtschiff war ein für die Elbe 1924 gebautes 1000 t-Fahrzeug[48]).

Jahr 1926.

Bahnbrechend war 1926 der Bau eines Eilgüter-Dieselmotorschiffes, dessen Motor 160 PS leistete und dessen Leistung vorübergehend um 25% gesteigert werden konnte, so daß eine Grundbedingung für die Ueberwindung wechselnder Wasserwiderstände erfüllt war[49]).

Jahr 1927.

Erst ein solcher Dieselmotor, der als Folge eines weiteren Fortschritts mit luftloser Brennstoffeinspritzung versehen wurde,

---

[46]) Huth, Schiffahrtbetrieb, in: Sympher-Soldan, Wasserwirtschaft Deutschlands, Berlin 1922, II. S. 31.

[47]) Teubert, zweite Auflage Seite 647.

[48]) Z. f. B. 1926.

[49]) W. R. H. 1926/19.

genügte, vereint mit einem verbesserten Schraubenwirkungsgrad, soweit den Bedingungen des Motorfrachtschiffverkehrs, daß 1927 die Bahn für eine sprunghafte Weiterentwicklung der Motorisierung von Frachtschiffen frei wurde, ähnlich wie dieses bei den Schleppern der Fall gewesen war.

Jahr 1928.

Vom Jahre 1928 ab waren fast alle Neubauten von Frachtschiffen mit eigener Triebkraft Motorschiffe. Besonders im Eilfrachtverkehr entfaltete der Motor eine Ueberlegenheit der Leistung gegenüber der Dampfmaschine, die zu einer starken Nachfrage nach Eilmotorschiffen führte. So wurden im Jahre 1928 zwei neue Motorfrachtschiffe für den Rhein bestellt, und zwar für den Eilgüterdienst einer holländischen Reederei[50]). Diese Schiffe dienten zur Beförderung von Stückgütern von Rotterdam nach Straßburg resp. von Rotterdam nach Frankfurt. Es wurde auf möglichste Beschleunigung, d. h. auf eine Erhöhung der Fahrtgeschwindigkeit der größte Wert gelegt, mit der bis zur Grenze der wirtschaftlichen Möglichkeiten gegangen werden sollte. Bestimmend für die Wahl des Dieselmotors als Antriebsmaschine gegenüber der früher ausschließlich verwendeten Dampfmaschine waren die für diese Schiffe vorliegenden Betriebsverhältnisse. Die dichte Folge der Anlegeplätze gebot besondere Maßnahmen zur Herstellung eines günstigen Verhältnisses zwischen Fahrzeit und Liegezeit. Die Möglichkeit des Einbaues von Maschinen größerer Leistung bei geringerem Platzbedarf, Maschinengewicht und Brennstoffvorrat sowie die dauernde Betriebsbereitschaft führten trotz höherer Baukosten und wesentlich komplizierterer Verladeeinrichtungen und trotz der unmittelbaren Nähe der Kohlengebiete zu der gewählten Antriebsart. Die Maschine besteht aus einem sechszylindrigen, direkt umsteuerbaren 300 PS Dieselmotor mit 275 Umdrehungen/Minute, die Tragfähigkeit eines Schiffes ist 777 t. Um eine noch größere wirtschaftliche Ausnutzung der Schiffe zu ermöglichen, sind sie auch mit Schleppeinrichtung versehen, um die Schiffe, soweit ihre Motorenleistung dies bei geringer Strömung zuläßt und ein großer Verkehr lohnende Anhangmöglichkeit bietet, wie beides zwischen Rotterdam und Köln der Fall ist, auch als Schlepper zu verwenden. Zur Bedienung der Schiffe werden zwei Maschinisten verwendet, so daß in diesem Falle eine besondere Ersparnis an Personal nicht entstand. Die Geschwindigkeit der Schiffe ist bedeutend, sie beträgt 20,2 km/Stunde als Mittel aus Berg- und Talfahrt; bei Leerfahrt ohne Ballast 19,2 km/Stunde. Da die Schiffe von einer deutschen Firma gebaut sind und somit die Vollendung des Motors ein deutscher Fortschritt ist, der auch anderen für deutsche Rechnung bestimmten Motorschiffen zugute

[50]) W. R. H. 1928/17.

kommt, mußten die beiden Schiffe hier erwähnt werden. Die gleichen Schiffsarten wurden später auch für den Elbverkehr gebaut.

Die Kombination von Motorfrachtschiff und Motorschlepper ist als neuer Abschnitt in der Entwicklung der Motorfrachtschifffahrt anzusehen. Sie bedeutet eine Erweiterung des Arbeitsbereiches des motorisierten Frachtschiffbetriebes.

Ein anderes Motorfrachtschiff mit einem einflächigen Ruder und zwei seitlichen Balancerudern (Flettner) bewährte sich in der Praxis in der Gebirgsstrecke oberhalb St. Goar und zwischen Jungferngrund-Tauberwerth. Diese, sowie das Bingerloch mit seiner Verengung der Fahrrinne auf 30 m, wurden mit großer Sicherheit durchsteuert und nahmen in keinem Augenblick die Kraft eines Mannes voll in Anspruch, während sonst 3 bis 4 Mann zum Steuern in diesen schwierigen Strecken benötigt werden. Bemerkenswert ist der geringe Zeitaufwand für die jeweilige Kursänderung. Für besonders Vorsichtige ermöglichte eine direkte Kupplung mittels einfacher Bolzenverbindung die Flettnerschen Ruder vom Hauptruder zu lösen und damit das ursprüngliche Ruder wieder herzustellen [51]).

Im selben Jahre 1928 wurde das erste Gütereilschiff der Vereinigten Elbschiffahrt-Gesellschaft A.-G. mit einer Tragfähigkeit von 400 t, ausgerüstet mit einem sechszylindrigen kompressorlosen, umsteuerbaren Viertakt MAN Diesel von 240 PS und einer Tourenzahl von 250 Umdrehungen/Minute, in Dienst gestellt. Das Schiff fährt im regelmäßigen Verkehr zwischen Hamburg und Dresden in 60 Fahrstunden und zwischen Dresden und Hamburg in 30 Fahrstunden. 9 t Treiböl werden jedesmal mitgenommen. Als besondere Neuerung besaß das Motorschiff auch eine dreiflächige Flettner-Ruderanlage, die ebenfalls ein besonders leichtes Steuern ohne besondere Steuermaschine erlaubte. Außer diesem Motorschiff fuhren im Jahre 1928 im ganzen 15 Eilfrachtschiffe zwischen Hamburg und Dresden.

Es ist auch vielfach in dieser Zeit versucht worden, vorhandene Lastschiffe durch Einbau eines Motors zu Selbstfahrern zu machen, um die Vorteile der Motorisierung auch auf den schon vorhandenen Frachtschiffsbestand auszudehnen, doch sind die Schleppkähne wegen der Form ihres Hinterschiffs wenig dazu geeignet. Durch Einbau von Motoren oder gar Umbau des Schiffes verliert das als Frachtschiff ohne eigene Triebkraft erbaute Schiff an ausnutzbarer Tragfähigkeit und somit an Wettbewerbsfähigkeit. So hat der Einbau von Motoren in vorhandene Lastschiffe ohne eigene Triebkraft häufig zu Unzuträglichkeiten, auch dem Preise nach, geführt. Anders ist es mit dem Einbau

[51]) W. R. H. 1924/9.

von Motoren anstelle einer alten Dampfkraft. So ist der frühere Güterdampfer „Industrie 5" der Rhein- und Seeschiffahrtsgesellschaft, Köln, in ein Motorschiff von 440 t Tragfähigkeit umgebaut worden. Durch den Ersatz der Dampfanlage mittels 2 Sulzer Zweitaktmotoren von je 120 PSe wurde das Ladevermögen um 12,5% erhöht und außerdem die Brennstoffkosten je Betriebsstunde, wobei die Aufenthalte mitgerechnet wurden, von 9,03 ℛℳ auf 4,80 ℛℳ vermindert [52]).

Statt des unwirtschaftlichen Einbaues von Motoren in alte Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft ist die Verwendung von sogenannten „Wasserdieseltraktoren" aufgekommen. Diese Traktoren sind mit dem Frachtschiff verbunden und selbst unbemannt, werden vom Steuerstande des Frachtschiffes aus angelassen und hinsichtlich der Arbeitsleistung der Maschine geregelt. Im Jahre 1928 bestanden 3 Größen dieser Schiffe [53]): Schiffe mit 17 PS, mit 25,5 PS und 34 PS. Kleinere Traktoren sind für das Oder- und Elbegebiet bestimmt, mittlere Traktoren sollen im Dortmund-Ems-Kanal arbeiten, noch größere dienen dem Verkehr im Rheingebiet und besitzen einen dreizylindrigen Motor von 60 PS oder einen sechszylindrigen mit 120 PS. Der Traktor kommt somit dem „Selbstfahrer" mit Motor nahe. Der Leerlauf eines Schiffes stellt kein großes Risiko mehr dar, die Schleppkosten als Hauptunkostenfaktor sind ganz erheblich herabgesetzt, Einbaukosten werden nicht mehr verursacht, und an allen vorhandenen Frachtschiffen kann der Traktor verwendet werden. Dadurch erscheint seine Zukunft aussichtsreich zu sein. Teubert [54]) hält diese Traktoren für die beste Art des Schiffszuges.

Auf den Kanälen wird für kleine Fahrzeuge (Tjälken) mit Vorteil ein 30 PS Motor verwandt, der in den eisernen Flieger des Schiffes eingebaut wird, der Matrose bedient diesen Schlepperersatz. Die Mindestgeschwindigkeit auf den Kanälen kann einwandfrei gehalten werden.

Ein Spezialgebiet besaß der Dieselmotor von Anfang an bei den Tankschiffen, die ohne Motorantrieb nicht denkbar sind, und deren polizeiliche Zulassung diese Antriebsart sogar fordert.

Abgesehen von der Umstellung des bisher noch eng umgrenzten Frachtdampferverkehrs auf Motorbetrieb als Eilfrachtbetrieb in besonders günstigen Wasserstraßen erfolgte die eigentliche Entwicklung der Motorisierung des Frachtbetriebes erst nach der des Schleppbetriebes, über die bisherigen Grenzen hinaus nach Lösung der vielerlei dem Frachtschiffbetrieb eigenen Pro-

[52]) Teubert, zweite Auflage, Seite 650.

[53]) Aus einer Werbebroschüre der Wasser-Dieseltraktoren G. m. b. H., Hamburg, entnommen.

[54]) Teubert, zweite Auflage, Seite 776.

bleme. Besonders der Eilfrachtdienst wurde nach weiteren Motorverbesserungen über die bisherigen Grenzen weit hinaus ausgebildet.

Die Entwicklung des Eilfrachtverkehrs auf der Elbe ist hierfür ein bemerkenswerter Beleg. Im Jahre 1913 befuhren 97 Eildampferschiffe mit 25 695 t Tragfähigkeit die Elbe. Seit 1925 wurden keine neuen Eildampfer für das Elbgebiet mehr gebaut und ältere Dampfer durch Umbau in Motoreilschiffe modernisiert. So rechnete man für das Jahr 1930 mit einer gesamten Tragfähigkeit der Eilgüterfrachtschiffe im Elbegebiet von 75 000 bis 80 000 t, die jedoch schon 1929 erreicht worden war [55]). Während früher ein Kahn im Schleppzug von Hamburg nach Sachsen und zurück in etwa 6 bis 8 Wochen reisen konnte, ist ein Motorfrachtschiff jetzt imstande, 2 bis 3 Reisen in derselben Zeit auszuführen [56]). Der Eilgüterverkehr der Elb-Eilmotorschiffe betrug im Jahre 1929 allein schon auf der Strecke zwischen Hamburg und Berlin 600 000 t von den insgesamt gefahrenen 2 Millionen t, was eine prozentuale Beteiligung von 30% bedeutet.

Jahr 1930.

Auf dem Rhein wurden ebenfalls Motoreilfrachtschiffe eingestellt, und zwar kleinere Schiffe mit einer Größe von 150 bis 450 t Tragfähigkeit. Die Leistungsfähigkeit ihrer Fortbewegungsmaschinen beträgt 50 bis 150 PS. Wegen ihrer geringen Größe sind diese Schiffe schnell beladen und gelöscht, haben dadurch weniger Wartezeit und gegenüber den größeren Frachtschiffen geringere Betriebskosten. Ihre beschränkten Abmessungen geben ihnen große Beweglichkeit, die sie auch auf den westdeutschen Kanälen verwerten können. Sie genießen hier zum Teil Vorschleus- und Vorfahrtsrechte. Es ist ihnen daher z. B. möglich, in der außerordentlich kurzen Zeit von 4 Tagen die Strecke Düsseldorf-Hannover oder Düsseldorf-Hildesheim zurückzulegen [57]).

Kleine Motorfrachtschiffe verkehren sogar zwischen Düsseldorf und Berlin. Bei gutem Wetter fahren sie rheinabwärts über die Nordsee nach Hamburg und dann elbaufwärts über die märkischen Wasserstraßen nach Berlin. Bei ungünstiger Witterung oder aus anderen Gründen wird über die westdeutschen Kanäle bis Emden gefahren und dann weiter wieder elbaufwärts nach Berlin. Die Fahrtdauer beträgt sechs Tage, und die Frachtsätze

[55]) Dr. Schultz-Kiesow, Wirtschaftsdienst 1931, S. 747, 841, 918.

[56]) Für 1932 schätzt Dr. Schultz-Kiesow die Tragfähigkeit aller Motorschiffe auf der Elbe auf 100 000 t, die Tragfähigkeit der Eilschiffe selbst schwankend zwischen 200 und 500 t, die Durchschnittsgeschwindigkeit auf 10 km pro Stunde gegen den Strom bei Schiffen der großen Gesellschaften, während der Privatschiffer gegen diese Leistung zurückbleibt.

[57]) Wirtschaft und Verkehr, Düsseldorf 1931/2.

liegen bei hochwertigen Gütern bis 50% unter dem Eisenbahntarif. Wenn der Mittellandkanal fertiggestellt sein sollte, werden diese Schiffe eine besondere Rolle im Verkehr zwischen den Rhein-Ruhr-Häfen und Berlin spielen.

Zwischen Berlin und oberelbischen Plätzen verkehren Motorsegler, sogenannte „moderne Holländer". Sie befinden sich meist im Besitz von deutschen Schiffern aus Haren a. d. Ems, die den Berechtigungsschein für die beschränkte kleine Küstenschiffahrt besitzen. Die Schiffe haben eine Tragfähigkeit von 150 t, haben 2 bis 3 Mann Besatzung und eine Ladung von meist 50 bis 80 t. Wenn die Höchsttauchtiefe auf der Elbe 1,50 m beträgt, können sie sogar bis Magdeburg fahren [58]).

Kleinere Motorschiffe übernehmen den direkten Verkehr über den Rhein bis Bamberg und weiter durch den Ludwigskanal nach Regensburg.

Jahr 1931.

Von schleswig-holsteinischen Häfen fahren ebenfalls kleine Motorfrachtschiffe mit Getreide und kondensierter Milch in das Industriegebiet.

Von Rotterdam, Amsterdam und Antwerpen fahren Frachtschiffe mit eigener Triebkraft nach den Mittel- und Oberrheinstationen. Diese Schiffe schlagen ihre Güter in der Regel unmittelbar längsseits der Seeschiffe um.

Manche solcher Schiffe vollbringen geradezu sportliche Leistungen, indem sie in einem Tag von Düsseldorf nach Rotterdam oder umgekehrt fahren [59]). So brachte ein Motorschiff von 400 t und 200 PS Motorenleistung 150 t Ladung innerhalb 22 Stunden von Rotterdam nach Düsseldorf. Die Schiffe fahren frühmorgens bei Sonnenaufgang ab, um spät abends längsseits der Seeschiffe zu liegen resp. mit ihrer Ladung am Bestimmungsort zu sein.

Hervorzuheben ist der Durchfrachtdienst der Deutschen Levantelinie, die mit Motorschiffen von den größeren Rheinhäfen heute regelmäßig Güter nach Antwerpen zur Weiterbeförderung nach der Levante bringt.

Kleine Motorfahrzeuge von 100 bis 400 t [59]), die wegen ihrer geringen Größe das ganze Stromgebiet des Rheines und der Kanäle befahren können, laufen vom Niederrhein abgelegene Häfen an und verschaffen diesen und ihrem Hinterland den Vorteil direkter Ueberseeverladung. Es wurden 1931 in Deutschland etwa 650 derartiger Schiffe gezählt, zum Teil sind es kleine Segler, die motorisiert sind. Trotz ihrer geringen Geschwindigkeit von 6 bis 7 Seemeilen pro Stunde bedeuten sie eine scharfe Konkurrenz für

[58]) Hansa, 1913/44.

[59]) Hansa, 1931/8.

die großen Rhein-Seedampfer, da sie überall hinkommen können, auch in seichte Häfen, die der großen Binnenschiffahrt verschlossen bleiben.

Es gibt sogar Motorschiffe, die Ueberseefahrten ausführen. Meistens sind die Schiffsführer zu gleicher Zeit auch Eigentümer solcher Motorfrachtschiffe, die sich mit einem relativ kleinen Schiff von nur 100 t Tragfähigkeit auf das Meer wagen. Mehrere 150 t große Motorfrachtschiffe brachten im Jahre 1930 Steine von Düsseldorf nach England mit einer Fahrtdauer von 48 Stunden[60]). Ein Schiff von 400 t Tragfähigkeit fuhr mehrere Male nach Spanien mit 5tägiger Fahrzeit[60]).

Anfang 1931 entschlossen sich deutsch-dänische Schiffahrtsinteressenten eine direkte Linie Kopenhagen-Berlin einzurichten. Bereits am 14. April traf ihr unter deutscher Flagge fahrendes Motorfrachtschiff „Gerhard" von Kopenhagen kommend im Berliner Westhafen ein. Es war dies das erste Mal, daß Güter direkt auf dem Wasserwege von Kopenhagen nach Berlin befördert wurden. Die „Gerhard" benötigte für die Fahrt genau 60 Stunden, doch soll es möglich sein, die Strecke in 50 bis 60 Stunden zurücklegen.

Wenige Monate später wurden die südschwedischen Häfen Malmö und Gothenburg in das Liniennetz eingezogen. Die Skandia-Linie unterhielt zunächst wöchentlich zweimalige Expeditionen, später ging wöchentlich ein Schiff in jeder Richtung, wozu noch zwei weitere Schiffe in Dienst gestellt wurden. Es handelt sich hier um Schiffe mit 150 t Tragfähigkeit und 2 m Tiefgang. Die großen Hoffnungen, die an die Errichtung dieser direkten Schiffahrtsverbindung Berlins mit Skandinavien geknüpft waren, sind bislang nicht in Erfüllung gegangen, hauptsächlich weil ein ausreichendes Ladungsangebot fehlt, nicht so sehr sind die Wasserverhältnisse auf der Binnenschiffahrtsstrecke Schuld[61]). Es wird aber immer noch geplant, einen ständigen Verkehr mit England, Spanien, Frankreich und Finnland von Berlin aus einzurichten, sobald die wirtschaftliche Depression nachgelassen hat, was übrigens für Hamburg und Stettin neue Konkurrenz bedeutet.

Es zeigt sich hier an den angeführten Beispielen der außerordentliche Vorteil von kleinen Motorfrachtschiffen, die auf Flüssen tief ins Binnenland hineinfahren und sogar ohne Umladung der Güter übers Meer nahe an ihren Bestimmungsort gelangen können. Dieses ist besonders vorteilhaft für Güter, die wegen Bruchgefahr ein mehrmaliges Umladen nicht vertragen können.

---

[60]) Wirtschaft und Verkehr 1931/2.

[61]) Hansa 1931/44.

Von dem starken Vorrücken der Motorisierung zeugt auch ein Bericht über den Verkehr im Düsseldorfer Hafen [62]). Während vor dem Kriege Frachtschiffe mit eigener Triebkraft sehr selten zu sehen waren, liefen 1925 schon 735 Motorfrachtschiffe Düsseldorf an, was 10% des gesamten damaligen Schiffsverkehrs bedeutete. 1929 waren es schon 1045 Schiffe geworden oder 20% der anlaufenden Schiffe, und im Jahre 1930 stieg diese Zahl um das Doppelte auf 2126 Motorfrachtschiffe oder 25% der Gesamtzahl. In einem Monat im Jahre 1929 liefen Düsseldorf an: 230 Motorschiffe, wovon 54 deutsche, 139 holländische, 6 belgische, 8 schweizer, 1 französisches und 1 norwegisches waren.

Das Vordringen der Motorschiffahrt auf der Elbe bei gleichzeitig starkem Rückgang der Kahnschiffahrt kennzeichnen folgende Zahlen des Jahres 1930 und 1931 [63]). Hiernach passierten die Strombrücke in Magdeburg:

	1930	1931	1931
a) Schiffe mit eigener Triebkraft (berg- und talwärts zusammen):			
Schlepp-, Eil- und Motorschiffe	5 805	7 539	+ 29,7%
Schleppdampfer allein (berg- und talwärts zusammen):			
Schleppdampfer	2 939	2 422	− 17,5%
Eildampfer allein (berg- und talwärts zusammen):			
Eildampfer	1 457	1 891	+ 29,9%
Motorschiffe allein (berg- und talwärts zusammen):	1 409	3 225	+ 140,8%
b) Fahrzeuge ohne eigene Triebkraft (berg- und talwärts zusammen):			
Fahrzeuge	13 380	10 075	− 24,7%
Tankkähne (bergwärts beladen)			
Fahrzeuge	491	154	− 69,2%

Die Entwicklung des Motorselbstfahrerbestandes auf den westdeutschen Kanälen zeigt folgender Ueberblick über die Zahl der zugelassenen Selbstfahrer im Bereiche des staatlichen Schleppmonopols [64]).

---

[62]) Wirtschaft und Verkehr, 1931/2.

[63]) Geschäftsbericht 1931 d. Arbeitsgemeinschaft d. Elbeschiffahrt e. V.

[64]) Weser-Ems-Wasserstraßenbeirat, Drucksache Nr. 20/1931.

Tragfähigkeit t	Mitte 1927 Anzahl	Mitte 1931 Anzahl	1931
0—100	10	28	+ 180%
101—200	47	71	+ 51%
201—300	38	89	+ 134%
301—400	8	32	+ 300%
401—500	3	22	+ 970%
501—600	5	7	+ 40%
601—700	4	18	+ 350%
701—800	1	10	+ 900%
801—900	—	4	
901—1000	—	6	
Zusammen	116	287	+ 147%

Zu bemerken ist noch, daß auf den betreffenden Wasserstraßen nur Motorselbstfahrer verkehren.

Für die Konkurrenzierung des Schleppbetriebes durch den Selbstfahrer liefert einen statistischen Beleg die Entwicklung des Verkehrs auf den monopolpflichtigen Kanälen[65]).

Anteil der Motorselbstfahrer am Gesamtverkehr im Schleppmonopolgebiet[66]).

Jahr	Anteil an der Anzahl der Reisen %	Anteil an der beförderten Gütermenge %
1925	2,4	0,82
1926	3,63	0,97
1927	5,83	1,55
1928	8,70	2,82
1929	10,75	3,39
1930	11,59	4,60

Abschließendes über die Entwicklung der Motorisierung von Frachtschiffen.

Zusammengefaßt kann über die Entwicklung der Motorisierung der Frachtschiffe gesagt werden, daß die entscheidenden Fortschritte in den letzten Jahren von 1926, hauptsächlich aber von 1928 ab gemacht worden sind. Die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Motore haben beim Frachtschiffbetrieb eine noch größere Bedeutung erlangt als beim Schleppbetrieb, indem sie die engen Grenzen des Frachtschiffverkehrs erweitert haben und

[65]) Entnommen der Drucksache 10 des Weser-Ems-Wasserstraßenbeirats 1931.

[66]) d. h. Mittellandkanal (z. Zt. Duisburg-Peine) mit Seiten und Stichkanälen

diesem noch weitere Verwendungsmöglichkeiten in Aussicht stellen, indem sie ihn in das Arbeitsgebiet sowohl der Eisenbahn als auch des Schleppbetriebes eingreifen lassen.

Worin nun die wirtschaftliche Bedeutung des Motorfrachtbetriebes liegt, geht aus den folgenden Abschnitten hervor.

b) Die Qualität der Leistungen.

Die Vorteile des Motors gegenüber der Dampfmaschine, die beim Schlepper erwähnt sind, gelten auch für die Frachtschiffe. Gegenüber dem Motorschleppbetrieb weist der Motorfrachtbetrieb noch folgende weitere Vorzüge auf, die die qualitative Ueberlegenheit über den Dampffrachtbetrieb erweisen:

16. Raum- und Gewichtsersparnis, die hier der Ladefähigkeit zugute kommen.
17. Uebernahme von Gütern, besonders von Eilgütern, die sonst von der Eisenbahn transportiert wurden infolge der Steigerung der mittleren Geschwindigkeit.
18. Unabhängigkeit vom Schlepper.

Steigerung der Fahrgeschwindigkeit.

Der entscheidende Grund der Uebernahme der sonst von der Eisenbahn transportierten Güter liegt in der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit der Motorfrachtschiffe. Die Schnelligkeit der Beförderung ist die Hauptaufgabe des Motorfrachtschiffes, nicht die Größe der Ladung pro Fahrt. Im allgemeinen rechnet man zu Schnellläufern Motore mit 350 Umdrehungen pro Minute, mit Leistungen auf gestautem Wasser von 0,1 PS/t Tragfähigkeit, bei Bergverkehr in Flüssen mit 0,35 PS t Tragfähigkeit. Es gibt schon Eilgüterschiffe, die bis zu 25 km Stundengeschwindigkeit erreichen und für 1 t Tragfähigkeit 1 PS Motorenleistung ansetzen [67]). Hier taucht jedoch die Frage nach der wirtschaftlichen Rechtfertigung auf.

Grenzen der Geschwindigkeit.

Für die Grenzen der Geschwindigkeit sind in erster Linie Verwendungszweck und Verwendungsgebiet maßgebend. Eilgüterschiffe benötigen eine weit größere Geschwindigkeit als motorisierte Frachtschiffe für Massengüter. Um das Minimum an Geschwindigkeit zu erreichen, genügt im allgemeinen eine verhältnismäßig geringe Motorenleistung für Kanalschiffe und Schiffe, die in Gewässern mit geringen Stromgeschwindigkeiten fahren sollen. Die wirtschaftliche Grenze der Geschwindigkeit liegt bei Eilgüterschiffen zwischen Schiff und Wasser bei 18 bis 22 km pro Stunde.

Die Schnelligkeit ist aber nicht nur durch die Motorleistung selbst bedingt, sondern Einfluß haben bei der kürzeren Umlaufszeit

[67]) Teubert, zweite Auflage, Seite 605.

auch die rasche Bunkerung und, da die Motoreilschiffe meist kleineren Formats sind, auch die schnelle Ladung und Löschung und die geringe Wartezeit durch die Unabhängigkeit von der Zusammenstellung eines Schleppzuges. Eine bedingte Zeitersparnis erlaubt das auf den meisten Kanälen bestehende Vorfahrtsrecht für Motorfrachtschiffe. Sie brauchen im geeigneten Fall somit nicht so lange vor den Schleusen zu liegen, wie vielfach die in einem Schleppzug fahrenden Schiffe. Dies kann sich weiter häufig zum Nachteil des ganzen Schleppzuges auswirken. Sind Schleppzugschleusen mit einer besonderen einschiffigen Kammer versehen, so können die Selbstfahrer einem ganzen Schleppzug zuvorkommen, auch ohne vom Vorschleuserecht Gebrauch machen zu müssen. Auch die Schleusung selbst geht bei Selbstfahrern schneller vor sich, da diese bei genügendem Spielraum in der Schleuse unbedenklich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,8 m/Sekunde ein- und 1 m Sekunde ausfahren können. Die ganze Dauer der Ein- und Ausfahrt kann deshalb bei einem Gefälle von 2—4 m zu 2 –3 Minuten angenommen werden, so daß eine ganze Schleusung 10—11 Minuten dauert, wenn die Schleuse in dienstbereitem Zustande angetroffen wird [68]).

Nachstehend eine kurze Zusammenstellung der Schleusendauer in Schleusen mit 2 bis 4 m Gefälle: () = Zeitdauer bei Anwendung maschineller Kraft.

Frachtschiffe	mit eigener Triebkraft	ohne eigene Triebkraft
Öffnen der Schleusen	3 (2) Min.	3 (2) Min.
Füllen und Leerungsdauer	5 (4) „	5 (4) „
Einfahrt	2–3 „	6—12 (3—6) „
Ausfahrt		4—8 (2—4) „
Schleusendauer	10–11 (8—9) Min.	16—28 (11—16) Min. plus Wartezeit mal Schiffszahl

Unabhängigkeit und Beweglichkeit.

Ein weiterer Vorteil des Motorfrachtschiffes ist seine Unabhängigkeit vom Schlepper. Ihre als Einzelschiff größere Manövrierfähigkeit gestattet ihnen beliebig oft Häfen, ja selbst entlegene Häfen, anzulaufen zwecks Ein- oder Ausladung von Ware.

Weiterhin hat das motorisierte Frachtschiff auch da, wo niedriger Wasserstand, wie z. B. auf der Aller [69]), den Schlepp-

[68]) Teubert, erste Auflage, Teil II, Seite 100.

[69]) Hier hat man lt. W. R. H. 1925/27 schon 1925 die Einführung von Motorfrachtschiffen empfohlen, da hier Schleppzüge nur schlecht fahren

betrieb überhaupt erschwert, genau wie nach seichten Häfen noch immer seine Fahrmöglichkeit. Das motorisierte Frachtschiff hat weiterhin den Vorteil, direkt an die Seeschiffe gelangen zu können. Während die Reedereien für den Umschlag von und zu den Seeschiffen die Kosten für besonders zu haltende kleine Schlepper, die ihre Lastschiffe an die Seeschiffe bringen und nach erfolgter Löschung oder Beladung von dort wieder abholen, aufwenden müssen, entfällt diese Nebenaufgabe für das motorisierte Frachtschiff.

Die Möglichkeit rascheren Wechsel des Stromgebietes, sei es aus Gründen schlechten Frachtangebotes in dem einen Stromgebiet oder auf Grund plötzlichen Schiffsraumbedarfs im anderen Stromgebiet, beweist den Vorteil der Unabhängigkeit des motorisierten Frachtschiffes gegenüber dem geschleppten Frachtschiff und seine besondere Beweglichkeit dem gegenüber.

Außerdem kann die Fahrtzeit nach Belieben ausgedehnt werden, wenn nötig bis tief in die Nacht, unter Umständen über Tag und Nacht, besonders wenn der Motor, wie es bei den modernsten Frachtschiffen mit eigener Triebkraft der Fall ist, vom Schiffsführerstand aus bedient werden kann (vom Schiffseigner selbst oder Familienangehörigen), wodurch der Maschinist erspart wird. Wo für etwaiges Personal ein Tarifvertrag gilt, sind die Grenzen natürlich enger gezogen. Es fahren Motorfrachtschiffe, wie schon beschrieben worden ist, von Rotterdam nach Düsseldorf in 22 Stunden und haben infolgedessen einen außerordentlichen Vorsprung in Bezug auf Ausnutzung der Zeit gegenüber den Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft. Die tägliche Betriebsdauer ist auf den einzelnen Strömen selbst sehr verschieden. Sie ist am längsten auf der Oder und auf den märkischen Wasserstraßen, wo die vielen Schleusen oft große Aufenthalte verursachen, so daß die Schiffe diesen Zeitverlust wieder einzubringen bemüht sind. Teubert gibt als durchschnittliche Jahresfahrdauer für das östliche Wasserstraßengebiet eine tägliche Betriebszeit von 16 Stunden an, für die Elbe 16 Stunden und für den Rhein 15 Stunden [70]).

---

können. Ein weiterer Erfolg des motorisierten Frachtschiffes: Aufschließung von Wasserstraßen.

In England, wo sehr ungünstige geographisch-physikalische Binnenwasserstraßenverhältnisse bestehen, wird — nach Bruck-Schmedes: Britische Verkehrsprobleme I, S. 30 — zur Hebung der Schiffahrt der verstärkte Gebrauch von Motorschiffen empfohlen.

[70]) Teubert, zweite Auflage, Seite 778. Von der Betriebszeit ist im Durchschnitt 1 Stunde täglich abzuziehen, um die reine Fahrzeit zu erhalten.

Motorenleistung.

Die Motorisierung beansprucht in Bezug auf die Tragfähigkeit der Frachtschiffe ein bestimmtes Verhältnis, um die wirtschaftlichste Betriebsweise zu gewährleisten. Eine Normalisierung wurde folgendermaßen vorgeschlagen [71]):

Leistung	220 PSe	220 PSe	320 PSe	440 PSe
Tragfähigkeit t	250	425	600	725
mittlere Fahrgeschwindigkeit km	14—14,5	13,5—14	15—15,5	16—16,5

c) Die Wirtschaftlichkeit.

Die Ueberlegenheit des Motorbetriebs hinsichtlich seiner Wirtschaftlichkeit resultiert bei den Motorfrachtschiffen zunächst aus den Rentabilitätsergebnissen des Motorschleppbetriebs in Bezug auf die Leistung des Motors und die Kostenpunkte für Brennstoff, Bemannung und Anschaffung des Motors.

Neubaukosten.

Die Baukosten eines Motorfrachtschiffes vermehren sich gegenüber denjenigen eines gleich großen Frachtschiffes ohne eigene Triebkraft nur um den Preis des Motors und die Kosten seines Einbaues einschließlich Tank und Rohrleitung. Gegebenenfalls ist noch ein Betrag für Steuerungsleitung in Rechnung zu stellen. Die Schiffsbaukosten wieder ändern sich selbst, je nachdem in welchem Stromgebiet das Schiff verkehren und welche optimale Tragfähigkeit und Abmessungen es haben soll. Neben Tiefgang und Verkehrsumfang spielen noch andere nach Stromgebieten verschiedene Umstände hinsichtlich der Baukosten eine Rolle. Da auf dem Rhein z. B. die Ein- und Ausladevorrichtungen in den Häfen als sehr gut zu bezeichnen sind, so ist es für die motorisierten Frachtschiffe nicht unbedingt erforderlich, daß sie mechanische Laufgeschirre an Bord besitzen. Die Form und die Bauweise des Schiffskörpers muß den geringsten Widerstand ergeben. Schlanke Form und guter Zu- und Ablauf des Schraubenwassers, vereinigt mit der Herstellung einfacher und dabei billiger Form, ist von besonderem Wert. Weitere Vorteile ergeben sich, wenn auch in dem Binnenschiffbau dazu übergegangen würde, wie es die Seeschiffahrt schon getan hat, das autogene oder elektrische Schweißen mehr einzuführen. Durch dieses Schweißverfahren erspart man an einem Schiff mit einer Tragfähigkeit von 1 300 t, dessen Eisengewicht 225 t beträgt, an diesem Gewicht 14% = 31,5 t, die der Ladung zugute kommen. Während früher die Ladefähigkeit eines Schiffes von 1 300 t Wasserverdrängung nur 1 075 t war, können infolge der Gewichtsverringerung 3% mehr

[71]) W. R. H. 1925/3.

geladen werden. Durch Verwendung von hochwertigem Baustoff können noch 60 t Gewicht = 6% gespart werden, wodurch außerdem erreicht wird, daß noch nicht einmal die Anschaffungskosten sich höher stellen als bei gewöhnlichem Baumaterial[72]). Ein derartig gebautes Schiff ist in der Lage, dann seine Ladefähigkeit zusammen um 9% zu erhöhen[73]). Nachteilig ist nur die Gefahr der schnelleren Verbeulung und Zerstörung (Kollision) des Schiffskörpers infolge seiner geringen Wandstärke. Die Bau- und Betriebskosten werden pro Nutzleistungseinheit (tkm) umso geringer, je größer die Ausnutzung des Frachtraumes je Reise und im Jahre ist.

Umbau.

Bei Besprechung der Entwicklung der motorisierten Frachtschiffe (Seite 57) ist schon erwähnt worden, daß man versucht hatte, alte Frachtschiffe mit Motoren zu versehen. Diese Versuche zeigten im allgemeinen ein ungünstiges Ergebnis, da die Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft hierzu wegen ihrer Bauform wenig geeignet sind. Die Schiffsschraube erfordert für ihr wirtschaftliches Arbeiten eine bestimmte Gestalt des Hinterschiffes. Um diesem gerecht zu werden, müßte man meistens das Hinterschiff umbauen. Die Vorteile wiegen die dadurch entstehenden Kosten nicht auf.

Außerdem werden bei nachträglichem Einbau von Motoren in Frachtschiffe oftmals Motorleistungen und Umdrehungszahlen gewählt, welche größer sind als sie erforderlich gewesen wären. Sobald jedoch eine jede dieser beiden Größen über ein gewisses Maß hinausgeht, verursacht sie nur ein stärkeres Aufwühlen des Wassers und eine verstärkte Wellenbildung, die sich in heftigen Stößen auf Schiff und Maschine bemerkbar machen, aber keine nutzbare Vergrößerung der Geschwindigkeit hervorrufen wegen der vermehrten Schlupfarbeit der Schrauben.

Ganz andere Verhältnisse liegen vor, wenn ein Umbau von Eildampfern in Motoreilschiffe erfolgen soll. Hier sind die Schiffsformen, die Schraubenanlage, die Steuereinrichtung schon vorhanden. Die verbilligte Arbeitsweise des Motors bringt neben dem vergrößerten Laderaum den lohnenden Umbaugewinn.

Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Den Berechnungen der Wirtschaftlichkeit stehen zur Zeit erhebliche Schwierigkeiten gegenüber: Schwankende Motoren- und Schiffbaupreise, Mangel an einwandfreien Unterlagen über Betriebsergebnisse wegen mehr oder weniger berechtigter Scheu vor Veröffentlichungen, der Unterschied zwischen Neubauten und alten

[72]) Z. f. B. 1928/2.
[73]) Z. f. B. 1927/6.

Schiffen, in denen später Motore eingebaut wurden. Daher besteht auch nicht die Möglichkeit eine eigentliche Wirtschaftlichkeitsberechnung für Selbstfahrer mit Stückgut und solche mit Massengut durchzuführen, und es können auch sonst nur die Selbkosten untersucht werden. Diese setzen sich aus den Schiffskosten und den Fortbewegungskosten zusammen, erstere wieder aus sächlichen (Abschreibungen, Zins, Versicherung, Unterhaltungskosten, Verwaltung und Steuern) und persönlichen Schiffskosten.

Sächliche Schiffskosten.

1. Abschreibungen.

Mit den Finanzämtern ist vereinbart worden, für Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft $3^1/_3$%, für Frachtschiffe mit eigener Triebkraft 5% Abschreibung vorzunehmen, was einer steuerlichen Lebensdauer von 15 bis 20 Jahren entspricht, während vor dem Kriege das Doppelte üblich war. Die Rhein-Kommission schreibt über diesen Punkt[74]): Einen ungefähren Anhalt für die betriebliche Belastung durch Schiffsverbrauch (Abschreibung) gewinne man, wenn man bei allen Betrieben einheitlich von einem Ausgangswert von 1 t Tragfähigkeit = 50,— ℳ und 1 PS = 5 t ausgehe. Damit solle kein Urteil über die Angemessenheit der Sätze ausgesprochen werden. Die Abschreibungsquote von $3^1/_3$% für die Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft und 5% für die Frachtschiffe mit eigener Triebkraft ins Verhältnis gesetzt zu den gezahlten Löhnen, ergebe bei beiden Schiffsarten ziemlich gleichmäßig eine betriebliche Abschreibungssumme von reichlich 26% des Lohnes. Grob gerechnet machen also die so errechneten Abschreibungen $^1/_4$ der Lohnsumme aus, während die tatsächlichen bilanzmäßig vorgenommenen Abschreibungen sehr starke Abweichungen von dieser Quote nach unten aufweisen. Nach amerikanischen Erfahrungen[75]) bestehen die Hauptvorteile der Motore in den relativ geringen Abschreibungskosten für den Motor, wozu noch komme, daß auch die Abschreibung für den Schiffskörper geringer vorgenommen werden könne, als dieses bei den Dampfern möglich wäre. Die Kesselanlagen erfordern nämlich besonders hohe Abschreibungsquoten und die Korrosion des Schiffskörpers in der Nähe der Kessel und in den Bunkern ist außergewöhnlich groß, so daß nach Ablauf von längeren Jahren zu größeren Reparaturen geschritten werden muß. Eine große englische Schiffahrtsgesellschaft schreibt daher 4% bei Motorschiffen und 5% bei Dampfschiffen ab[76]).

Am wichtigsten bei den Abschreibungsquoten ist also die Beurteilung der Lebensdauer von Schiffskörper und Motor.

[74]) Gutachten der Rhein-Kommission, Seite 357.
[75]) W. R. H. 1925/11.
[76]) Hansa 1925/26.

Aeltere Schiffe sind oft nicht mehr wettbewerbsfähig, und infolge der eingetretenen Motorisierung hat dieser Gesichtspunkt nach 1926 noch mehr an Bedeutung gewonnen. Namentlich ist dieses bei Kraftschiffen der Fall, deren Maschinen mit ihrem Brennstoffverbrauch im Wettbewerb mit den neuen Dieselmaschinen zurückbleiben. Auch aus diesem Grund versieht man zuweilen, wie weiter oben mehrmals an praktischen Fällen gezeigt wurde, ältere Schiffe mit neuen Maschinen, weil der Schiffskörper in der Regel eine längere Lebensdauer besitzt als die Dampfmaschinenanlage. Das Verhältnis zwischen Lebensdauer und Abschreibungen untereinander zeigt folgende Zusammenstellung.

In Hundertsteln des Anlagekapitals ergibt sich bei einem 5%igen Zinsfuß ungefähr folgendes[77]):

Lebensdauer Jahre	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Abschreibung	8,2	4,9	3,4	2,5	1,9	1,5	1,27	1,06	0,9%

Teubert rechnet aber im Gegensatz zum Gutachten der Rheinkommission mit $2^1/_2$% Abschreibung für Lastschiffe und 4% für Kraftschiffe.

2. Zins.

Eine Erfassung der wirklichen Zinsbelastung ist sehr schwierig. Sie hängt davon ab, wann die Hypotheken aufgenommen wurden. Je nachdem, ob sie schon beim Bau oder erst später zur Aufrechterhaltung des Betriebes in schlechten Zeiten aufgenommen wurden, schwanken sie in weiten Grenzen. Rechnerisch nimmt man gewöhnlich 5% an.

3. Versicherung.

Als Versicherungskosten der Schiffe werden in der Regel 1,5 bis 3% der Beschaffungskosten angenommen.

4. Unterhaltungskosten.

In der Regel nimmt man für die Unterhaltungskosten 2% bei kleineren Schiffen, bis 6% bei größeren und bei Kraftschiffen etwa doppelt so hohe als bei stählernen Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft an.

5. Verwaltungskosten und Steuer.

Bei der Kleinschiffahrt sind diese schwer zu erfassen, bei den Reedereien hängen sie davon ab, ob kaufmännische Angestellte für die Werbung beschäftigt werden oder ob die Frachtaufträge anderswoher zusammengestellt werden. Man kann sie zwischen 3 bis 4% liegend annehmen.

[77]) Teubert, zweite Auflage, Seite 831.

Persönliche Schiffskosten.

Was die Bemannung eines Frachtschiffes angeht, so ist auf dem Rhein und den westdeutschen Kanälen ein Minimum vorgeschrieben, und zwar nach einer Vorschrift vom 1. März 1929:

	500 bis 750 t	750 bis 1000 t	über 1000 t
A. Wenn die Frachtschiffe mit mechanischen Hilfsmitteln zur Handhabung d. schweren Anker und der Schleppstränge, sowie zum Anheben und Absetzen der Schiffe ausgerüstet sind	1 Kapitän 1 Matrose —	1 Kapitän 1 Matrose 1 Schiffsjunge	1 Kapitän 2 Matrosen 1 Schiffsjunge
B. ohne mechanische Hilfsmittel	1 Kapitän 1 Matrose 1 Schiffsjunge	1 Kapitän 2 Matrosen 1 Schiffsjunge	1 Kapitän 2 Matrosen 1 Schiffsjunge

C. Für die Motorschiffe finden die Vorschriften für Schiffe ohne eigene Triebkraft Anwendung.

Im Reichsdurchschnitt, also ungeachtet der Verschiedenheiten einzelner Stromgebiete, wird für Frachtschiffe bis 750 t mit 1 Kapitän, 2 Matrosen und 1 Schiffsjungen gerechnet[78]). Günstigstenfalls ist eine Vermehrung der persönlichen Schiffskosten zu umgehen, wenn der Schiffsführer als „motorkundig" anerkannt wird.

Fortbewegungskosten.

Die Fortbewegungskosten müssen für 1 km des zurückgelegten Weges ermittelt werden. Je größer daher die mittlere Fahrgeschwindigkeit ist, umso kürzer wird bei bestimmter Wegelänge die Fahrzeit und um so kleiner der auf diese fallende Teil der Schiffskosten. Bei Steigerung der Fahrgeschwindigkeit ist jedoch zu beachten, daß infolge des dabei auftretenden vermehrten Widerstandes die Kosten der Fortbewegung steigen. Daher ist die Bestimmung der wirtschaftlich günstigsten Geschwindigkeit von größter Bedeutung für die Erreichung niedrigster Fortbewegungskosten.

Theoretische Selbstkosten von Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft.

Im folgenden sollen praktische Beispiele angeführt werden, wie sie von Teubert zusammengestellt wurden. Zum Vergleich müssen erst die Selbstkosten von Lastschiffen ohne eigene Triebkraft angegeben werden.

[78]) Prietze „Die Wasserwirtschaft Deutschlands" III, Seite 49.

Selbstkosten von Lastschiffen ohne eigene Triebkraft (ohne Schleppkosten) [79]).

Tragfähigkeit t	300	600	1 000	1 000	1 500	2 500
Beschaffungskosten RM	37 500	63 000	90 000	90 000	120 000	192 500
Sächliche Kosten RM (15% d. Beschaffungskosten)	5 265	9 450	13 500	13 500	18 000	28 875
Persönliche Kosten RM	4 475	5 070	7 725	8 700	9 120	10 125
Jährliche Schiffskosten RM	10 100	14 500	21 225	22 200	27 120	39 000
Fahrkosten je tkm Rpf.						
bei 60 km Tagesleistung	0,187	0,134	0,109	0,115	0,10	0,089
„ 90 „ Tagesleistung	0,124	0,009	0,073	0,077	0,067	0,058
„ 120 „ Tagesleistung	0,093	0,067	0,054	0,057	0,05	0,044
bei halben heutigen Liegezeiten Rpf.	0,355	0,355	0,357	0,270	0,279	0,284
Liegezeit Tage	6	11	15	9	12	15
bei vollen Liegezeiten Rpf.	0,523	0,567	0,605	0,425	0,458	0,478
Liegezeit Tage	12	22	30	18	24	30

Theoretische Selbstkosten von Frachtschiffen mit eigener Triebkraft.

Ein Selbstfahrer, der voll beladen mit 5 km pro Stunde bergwärts fährt und gelegentlich ein zweites Schiff schleppen kann mit einer Tragfähigkeit von 300 t und einem 100 PS-Motor hat folgende Kosten [80]). (Anschaffungskosten Schiff 40 000 *RM*, Motor 20 000 *RM*).

sächliche Kosten	9 800 *RM*
persönl. „	4 600 „
Schiffskosten:	14 400 *RM* = 48,60 *RM* pro Tag.

Liegekosten je Tag und t Tragfähigkeit 16 *Rpf*.
Die Fahrkosten bei 100 km Tagesleistung ($12^1/_2$ Stunden im Mittel 8 km) betragen rund 0,16 *Rpf* je tkm.

Bei 400 km Weglänge, 6 Liegetagen und voller Ladung betragen die Schiffskosten

Liegekosten je tkm 16 mal 6 = 96 : 400 =	0,24 *Rpf*
Fahrkosten je tkm	0,16 „
Schiffskosten je tkm	0,40 *Rpf*
An Treiböl wird je Fahrstunde verbraucht:	
100 PS . 0,18 kg . 13 *RM*/100 kg	2,34 *RM*
An Schmieröl	
100 PS . 0,004 kg . 60 *RM*/100 kg	0,24 *RM*
Reserven	0,05 *RM*
	2,63 *RM*

[79]) Teubert, zweite Auflage, Seite 838.
[80]) Teubert, zweite Auflage, Seite 856 bis 862.

Danach stellen sich bei 8 km/Stunde und 300 t Ladung die Fortbewegungskosten je tkm auf 0,11 Rpf.

Die reinen Schiffahrtskosten (ohne Schiffahrtsabgaben) betragen je tkm:

Schiffskosten	0,40 Rpf
Fortbewegungskosten	0,11 Rpf
Gesamte Schiffahrtskosten	0,51 Rpf

ohne eventl. Einnahmen für das Schleppen eines zweiten Schiffes.

Bei Lastschiffen ohne eigene Triebkraft betragen die Schiffskosten je tkm 0,26 Rpf. Zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit zwischen beiden Schiffsarten müssen zu diesen Schiffskosten noch die Schleppkosten hinzu gerechnet werden. Diese sind auf den Wasserstraßen verschieden hoch. Sie betragen:

Auf den westdeutschen Kanälen

Schiff	0,15 Rpf je tkm
Ladung	0,075 bis 0,30 Rpf je tkm
	0,22 bis 0,48 Rpf
Schiffskosten	0,26 Rpf
Schleppkosten	0,486 bis 0,74 Rpf je tkm,

von Ruhrhäfen nach Mannheim 0,461 bis 0,66 Rpf je tkm,
von Hamburg nach Magdeburg 0,34 Rpf je tkm.

Für die Talfahrt wird ein Drittel gerechnet, also im Mittel 0,23 und unter Berücksichtigung der Hochwasserzuschläge etwa 0,3 Rpf. Man rechnet also genau genug, wenn man allgemein etwa 0,3 Rpf je tkm für Schlepplöhne ansetzt.

Also betragen die gesamten Kosten bei

Selbstfahrern	Lastschiffen,
0,51 Rpf	0,56 Rpf

bei den Selbstfahrern ohne Einnahmen für das zweite Schiff. Letzteres kann auf 0,46 Rpf bei niedrigen Tarifen fallen und auf 0,74 Rpf bei hohen Tarifen steigen, so daß der Schleppbetrieb bedeutend teurer wird als der Selbstfahrerbetrieb.

Tatsächliche Betriebskosten eines Frachtschiffes mit Motorantrieb.

Tatsächliche Betriebsergebnisse sollen im Nachfolgenden mitgeteilt werden[81]). Es handelt sich hier um ein 330 t großes Motoreilgüterschiff auf der Strecke Hamburg-Magdeburg aus dem Jahre 1927 unter verhältnismäßig ungünstigen Bedingungen, ein besonderer Maschinist ist zu viel vorhanden und die Motorenleistung zu groß gewählt. Die Motorenleistung beträgt 150 PS, der Neuwert 110 000 RM, die Betriebstage sind 332 mit 1 460 Fahrstunden.

[81]) Teubert, zweite Auflage, Seite 860 bis 862.

Schiffskosten	28 000	RM	= 85,0	RM	je	Tag	= 25,70	Rpf. je Tag und Eichtonne
Betriebskosten	11 670	„	= 10,65	„	„	„	= 16,65	
Bereitschaftskosten	39 870	„	= 120,–	„	„	„	= 36,30	
Fortbewegungskosten	5 108,–	„	= 3,50	„	„	„	= 2,33	

Bei einer durchschnittlichen Umlaufzeit von 7,5 Tagen kostet die Beförderung auf diesem Motoreilgüterschiff 2,9 RM je t, also bei 290 km Wegelänge 1,0 Rpf je tkm und bei 65,8% Ausnutzung 1,57 Rpf je tkm. Dieser sehr hohe Betrag erklärt sich aus der für einen „Selbstfahrer" zu starken Motorenleistung, die nur wirtschaftlich wäre, wenn das Schiff ein Anhangschiff mitbefördern würde.

In der Annahme, daß jetzt einmal die Motorenleistung herabgesetzt wird, ausreichend für eine Stundungsgeschwindigkeit von 8 km im Kanal und 4 bis 5 km zu Berg im Strom (Fall 1), und daß zweitens auf der Talfahrt und im Kanal ein zweites Schiff angehängt werden kann (Fall 2), errechnen sich bei einer Tragfähigkeit von 650 t folgende Kosten:

Fall 1: Schiffahrtskosten 0,52 Rpf je tkm,
Fall 2: Schiffahrtskosten 0,94 Rpf je tkm.

Der Selbstfahrer kann hier bei unterer Motorenleistung noch als wirtschaftlich angesehen werden, denn die Selbstkosten der Frachtschiffe ohne eigene Triebkraft einschl. des Schlepplohnes liegen bei gleichen Annahmen auf derselben Höhe. Auf jeden Fall aber müssen die Selbstkosten der Selbstfahrer von Fall zu Fall genau mit denen der geschleppten Schiffe geprüft werden.

III. Allgemeine betriebswirtschaftliche und technische Fragen.

A. Betriebswirtschaftliche Fragen.

Personal.

Die Umstellung von Dampf- auf Motorkraft erfordert ein qualifiziertes Personal, doch liegt hierin kein Hemmnis für die Motorisierung, da tüchtige Maschinisten heute in reichlichem Maße vorhanden sind. Die die Motoren liefernden Firmen pflegen außerdem Ausbildungskurse zu halten. Der Motorfrachtschiffer übrigens benötigt keinen besonderen Maschinisten, sobald der Schiffsführer entsprechend ausgebildet ist.

Jährliche Fahrzeit.

Von Einfluß auf die Betriebswirtschaftlichkeit im Schiffsmotorenbetrieb ist für die Binnenschiffahrt die Anzahl der Schiffahrtstage. Die mittlere Dauer der Frostperiode wird auf der

Weser mit 7 bis 11 Tagen angenommen, auf der Oder mit 30 bis 40 Tagen, auf der Elbe mit 20 und auf dem Rhein mit 0 Tagen. Mit einer durchschnittlichen Dauer der jährlichen Stillegung der Binnenschiffahrt durch Eis und Eisgefahr muß auf dem Rhein mit 17 Tagen, auf dem Main mit 28, auf der Weser mit 30, auf der Elbe mit 60 und auf der Donau mit 60 bis 70 Tagen gerechnet werden. Weiterhin unterbrechen Hochwasser, niedriges Wasser, Nebel, Stürme ebenfalls zuweilen die Schiffahrt, so daß die Zahl der wirklichen Schiffahrtstage folgende ist: Rhein 320 Tage, Weser 300 Tage, Elbe 300 Tage, Oder 275 Tage[82]). Für das motorisierte Frachtschiff gestaltet sich die durchschnittliche jährliche Fahrzeit infolge seiner rascheren Umlaufzeit, die ihm bei drohender Eisgefahr doch noch rasche Aufträge erledigen läßt und der Möglichkeit, auch noch niedrigen Wasserstand auszunutzen günstiger.

Produktion und Preise von Oel und Kohle.

Brennstoffkosten.

Eine weitere Vorfrage ist es, ob die Verwendung eines ganz anders gearteten Brennstoffes (Leicht- oder Schweröle) statt der Kohle keine Schwierigkeit bereitet. Sowohl die Vorräte jedoch wie die Preise von Oelen geben kaum zu Bedenken gegen die Einführung des Motors Anlaß, wie nachstehende Tabelle erläutern mag.

Jahresdurchschnitt	Weltgewinnung von Erdöl in Mill. t	Gasöl (verzollt) ab Hamburg RM je 100 kg	Steinkohle (rhein.-westf. Fettförderkohle) in Mill. t	RM je t
1913	53	15,95	1216	12,—
1925	148	17,71	1193	14,98
1926	152	17,82	1185	14,88
1927	174	17,02	1277	14,87
1928	183	14,91	1248	16,20
1929	206	14,95	1326	16,87
1930	196		1210	16,76

Knappheit an Oel ist, selbst wenn — wie es dem Anschein nach der Fall sein wird — der Lastkraftwagen infolge seines Konkurrenzkampfes mit der Eisenbahn zum billiger arbeitenden Dieselmotor übergehen wird, nicht zu erwarten, das beweisen Ueberproduktion und Absatzkrise der Länder mit beträchtlichen Oelgewinnungsstätten. Es besteht sogar die Möglichkeit, daß durch Oelvorkommen in Deutschland, z. B. im Hannoverschen Gebiete, auch für Deutschland natürliche Oelquellen zur Ausnutzung gelangen können und durch die Verflüssigung der Kohle der

[82]) Teubert, erste Auflage, Teil II, Seite 31 und Wirtschaftsdienst 1930, Seite 747, 841, 918.

Bedarf für die deutschen Motoren wenigstens teilweise im eigenen Land gedeckt werden kann.

Die Oelpreise schwanken stärker als die der Kohle — das ist aus vorstehender Tabelle nicht zu ersehen —; sie sind im wesentlichen Konkurrenzpreise und als solche allen Schwankungen unterworfen, die eine monopolistisch nicht geeinte Produktion hervorzurufen pflegt. Vergleicht man die Entwicklung von Produktion und Preis, so ergibt sich gegenüber der Vorkriegszeit eine Vervierfachung der Produktion bei ungefähr gleichgebliebenem Preis. Man kann daran zugleich die beträchtliche Steigerung der Produktion des Verbrauches ermessen.

Ein Sinken oder Steigen der Brennstoffpreise wird voraussichtlich keinen maßgebenden Einfluß auf die Weiterentwicklung der Motorisierung haben. Denn bei einem Gasölverbrauch von 200 g für ein PSe und Stunde und bei einem Preis von 13 ℛℳ je 100 kg verzollt ab Hamburg benötigt ein 65 PSe Motor nur für 1,69 ℛℳ Brennstoff in einer Stunde.

Eignung der im Handel befindlichen Gasöle[84]).

Gasölart	spez. Gewicht	Flammpunkt	Heizwert in WE	Aschegehalt	Verwendbarkeit für Ölmaschinen
Galizisches Gasöl	0,87	126	10 082	0,00	gut
Rumänisches Gasöl	0,89	87	9 943	0,01	gut
Nordamerik. Gasöl	0,86	95	10 100	0,05	gut
Russisches Dieselöl (Baku)	0,95	138	9 796	0,81	schlecht
Texas Gasöl	0,89	86	9 802	—	gut
Mexik. Cruide Oil	0,92	36	9 743	15,80	schlecht
Braunkohlenteeröl	0,88	97	9 840	—	gut
Deutsch. Steinkohlenteeröl	1,00	73	9 014	1,50	wen. geeignet.

Der Schmierölverbrauch der Motore ist mit 5 g pro Stunde und PS so gering, daß er bei eventuellem Steigen oder Fallen seines Preises keinen maßgebenden Einfluß besitzt. Ein 65 PS Motor benötigt für 19,5 ℛpf Schmieröl. So wird eine eventuelle Preiserhöhung von Schmieröl ebenso wie von Gasöl kein Hindernisgrund für eine Weiterentwicklung der Motorisierung in der Binnenschiffahrt sein.

Anschaffungspreis des Motors.

Der Anschaffungspreis des Motors war längere Zeit 10 bis 15% höher als der einer entsprechend starken Dampfmaschine.

[84]) Scholz, Schiffsölmaschinen, Berlin 1924: Seite 26.

Heute hat sich das Verhältnis umgekehrt[86]). Wir setzen voraus, daß der Schiffskörper des Motorschiffes keine andere Größe erfordert als der des Dampfschiffes. Er kann in Wirklichkeit sogar kleiner gehalten werden als dieser, wodurch eine weitere Verbilligung der Anschaffungskosten für das Motorschiff eintritt.

Instandhaltungskosten.

Die Instandhaltungskosten sind beim Motor kleiner als bei der Dampfmaschine, schon allein deswegen, weil ein besonderes Aggregat, die Dampfkesselanlage, wegfällt. Weiterhin sind diese Kosten bei den Motoren gleichmäßiger auf die Zeit verteilt als bei den Dampfmaschinen. Bei den Dampfmaschinen sind sie anfänglich gering, steigen aber durch ihre Dampfkesselanlagen infolge Kesselreparaturen und des eventuellen neuen Einbaues solcher.

Lebensdauer der Motore.

Ein Rentabilitätsvergleich muß weiterhin die betriebliche, nicht steuerliche Lebensdauer von Dampfmaschine und Motor berücksichtigen, wenn alsdann aus Anschaffungs-, Betriebs- und Instandsetzungskosten das Fazit gezogen werden soll. Hierzu ist zu sagen, daß die Lebensdauer der Oelmaschine heutzutage mindestens dieselbe ist wie bei der Dampfmaschine. Alle Abnutzungen an Motoren beschränken sich auf Einzelteile, welche ersetzbar sind, während bei Dampfmaschinen die Kesselanlage im Betriebe so mitgenommen wird, daß bei Abnutzung eine vollständige Erneuerung erfolgen muß[87]).

Man kann damit rechnen, daß die Maschinenanlagen von Motorschiffen noch in neuen Schiffskörpern verwendet werden können, wenn der ursprüngliche Schiffskörper verbraucht ist, während bei Dampfschiffen mit dem umgekehrten Verhältnis gerechnet werden muß.

Es erhebt sich die Frage, ob es überhaupt empfehlenswert ist, Maschinen herzustellen, die eine unbegrenzte Haltbarkeit besitzen, wegen der Gefahr, daß bei weiterer Modernisierung der Maschinen, die gewöhnlich zu größerer Wirtschaftlichkeit führt, man sich selbst in Zeiten der Hochkonjunktur nicht entschließen kann, die alten noch immer tadellos arbeitenden Maschinen zu verkaufen, obwohl sie alsdann in ihrer bedeutend teueren Betriebsweise weniger Rente abwerfen als die entsprechend moderneren

[86]) Gegenwartsfragen des deutschen Flußschiffbaues Z. f. B. 1931/2.

[87]) Eines der ältesten Motorschiffe, das Motorschiff „Selandia" (4950 t), war 1932 zwanzig Jahre im Dienst. Das Schiff hat in dieser Zeit rund 1 Mill. Seemeilen gefahren und niemals — weder aus Frachtmangel noch zu Reparaturzwecken — aufgelegen. Das ist ein Beweis, daß Motorschiffe sowohl inbezug auf Reparaturkosten wie auch auf ihre Lebensdauer sich günstiger stellen als Dampfschiffe.

Maschinen. In Zeiten der Depression ist jedoch wieder ein alter gut erhaltener Bestand wertvoll, da Kapitalinvestierung riskant, wenn nicht überhaupt unmöglich ist.

Aus alledem erhellt die Problematik aller Angaben über die Lebensdauer von Motoren, umsomehr als ja noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen.

Ferner ist es eine allgemeine Erfahrung, daß die Dampfschiffe nach und nach ihre ursprüngliche Geschwindigkeit verlieren, was eine Verteuerung des Schiffsbetriebes bedeutet. Bei Motorschiffen bleibt jedoch die Geschwindigkeit von Anfang an gleich, steigt sogar noch an, resp. der Brennstoffverbrauch sinkt bei gleichbleibender Geschwindigkeit [88]).

B. Technische Fragen.

Umdrehungszahl der Motore.

Die Wahl einer zweckmäßigen Umdrehungszahl des Motors ist von außerordentlicher Bedeutung. Man versucht eine hohe Umdrehungszahl der Schrauben zu vermeiden und trotzdem bei gegebener Leistung Gewicht und Unkosten so gering wie möglich zu halten. In der ersten Zeit, wo die ersten Motore im Schiff eingebaut wurden und der stationäre Maschinenbau die Führung auf dem Gebiete des Schiffsmotorenbaues übernahm, schoß man reichlich über das Ziel hinaus und wählte eine Umdrehungszahl, die mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad des Schraubenpropellers unzweckmäßig war und die Einführung des Motorantriebes in der Binnenschiffahrt verhinderte.

Wie der Wirkungsgrad η bei steigender Umdrehungszahl n/Minute abnimmt; ist aus folgenden Formeln zu ersehen [89]):

$$n = \eta$$
$$n + 50\% = \eta - (8 \text{ bis } 10\%)$$
$$n + 100\% = \eta - (18 \text{ bis } 20\%).$$

Schiffe, die viel im Betriebe sind, erfordern daher bei der Wahl der Umdrehungszahlen besondere Vorsicht. Die Belastung der Schrauben bei Schiffen mit schnell laufenden Motoren ist in solchen Fällen relativ höher als es den günstigsten Verhältnissen entspricht. Besonders gilt dieses, wenn als Antriebsmaschinen kompressorlose Dieselmaschinen verwendet werden, wie es bei der modernen Binnenschiffahrt der Fall ist. Es ist wohl der Forschung und praktischen Erprobung in den letzten Jahren gelungen, durch

[88]) So hat z. B. das soeben erwähnte Motorschiff „Selandia" in den letzten Jahren bei gleicher Geschwindigkeit einen von 152 g auf 140 g (PS und Stunde) verringerten Brennstoffverbrauch. (A. D. A. C. Motorwelt 1932.)

[89]) Z. f. B. 1925/7.

geeignete Formgebung auch für schnell laufende Schrauben einen günstigen Wirkungsgrad zu erzielen, so daß gegen die Verwendung hoher Umdrehungszahlen an sich weniger Bedenken vorliegen als noch vor einigen Jahren. Trotzdem führt eine Vergrößerung der Umdrehungszahlen zu einer stärkeren Beeinträchtigung des Wirkungsgrades der Schrauben, als dieses bei langsam laufenden Schrauben der Fall ist. Wenn die Binnenschiffahrt heute auch geringe Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit ausnutzen muß, die durch die Einführung hochtouriger Motoren erreicht werden, — denn je höher die Drehzahl eines Motors ist, desto geringer ist sein Baugewicht, damit der Anschaffungspreis des Motors und der Tiefgang des Schiffes und desto besser werden auch die wärmetechnischen Verhältnisse innerhalb der Maschine ausgenutzt —, so darf dieses nicht auf Kosten des Schraubenwirkungsgrades geschehen. Einen Vorteil betriebstechnischer Art besitzen diese kleinen hochtourigen Propeller allerdings, indem sie durch die Flußzone und Böschungen geringer gefährdet sind als die großen Schrauben.

Die Wechselwirkung zwischen Tourenzahl, Maschine, Brennstoffverbrauch und Schraubenwirkungsgrad zeigt nachstehende Zusammenstellung:

Maschinenumdrehungszahl	Maschine	Brennstoffverbrauch	Schraubenwirkungsgrad
Niedrig	großes Baugewicht, teuer, viel Raum beanspruchend	hoch	guter Wirkungsgrad
hoch	Gegenteil	gering	a) schlecht b) besser durch Übersetzung

Anlassen der Motore.

Das Anlassen der Motore geschieht bei großen Maschinen mittels Preßluft, bei kleineren Maschinen durch Anwerfen mit Hand. Ersteres erfordert ein besonderes Maschinenaggregat um die Preßluft anzusammeln, letzteres eine besondere Handleistung, die einer eventl. beabsichtigten Personalersparnis im Wege stehen kann. Von diesem Nachteil versuchte man sich schon seit längerer Zeit freizumachen, jedoch ist es erst in neuerer Zeit gelungen eine zuverlässige elektrische Anlaßvorrichtung auch für Kleindieselmotore herauszubringen. Ein Boschanlasser für 24 V Spannung und 1530 Umdrehungen pro Minute brachte einen im Zweitakt arbeitenden Vierzylindermotor von 64 und 80 PS Leistung bei 800 bezw. 1000 Umdrehungen pro Minute aus jeder

Stellung auch kalt und ohne vorheriges Entlüften zum Anspringen. Zwei Batterien können außer zum Betrieb der Anlaßmaschine auch zu Beleuchtungszwecken herangezogen werden [90]).

Ein stärkeres Eingehen auf die technischen Einzelfragen über Schrauben sei aus dem Grunde gestattet, weil erst durch Lösung der dabei vorhandenen Probleme die siegreiche Einführung des Motores in die Binnenschiffahrt erfolgen konnte.

Steigerung des Wirkungsgrades von Schrauben.

Eine Steigerung des Wirkungsgrades von Schrauben ist mit 2 bis 4% durch richtige Nabengestaltung zu erreichen. Weiterhin haben Schrauben, die aus einem Stück bestehen, einen 8 bis 10% besseren Wirkungsgrad als Schrauben mit aufgesetzten Flügeln, die wohl in ihrer Anschaffung billiger sind als die Einstückschrauben. Bronzeschrauben (Phosphorbronze, Mengenbronze) haben einen 6 bis 10% besseren Wirkungsgrad gegenüber Gußeisen und einen 3 bis 5%igen gegenüber Stahlguß, der sich innerhalb zwei Jahren wegen Anfressungen verdoppeln kann. Sie eignen sich am besten für Schiffe mit hohen Leistungen, sind aber in der Anschaffung teurer als die anderen Schrauben. Die Verbesserung des Wirkungsgrades von Bronzeschrauben rührt von der Möglichkeit her, daß die Kanten der Flügel scharf ausgeführt und dünn gehalten werden können, wodurch einschließlich der größeren Glätte der Bronze die Widerstände geringer werden. So arbeiten schneller laufende, also leichte Maschinen mit 300 bis 400 Umdrehungen pro Minute und 30 m Umfangsgeschwindigkeit der Schrauben nicht ungünstiger als Maschinen mit 160 bis 190 Umdrehungen pro Minute und 20 m Umlaufgeschwindigkeit. Ein weiterer Vorteil der Bronzeschrauben besteht darin, daß sie bei Beschädigungen leicht ausgebessert werden können. Dr. ing. Lommatz ist der Ansicht, daß heute der Wirkungsgrad des Propellers ziemlich an der Grenze des Möglichen angelangt ist [91]).

Zwei- oder vierflügelige Schrauben.

Zweiflügelige Schrauben werden bei kleinen Booten verwendet. Bei größeren schnellaufenden Schraubenschiffen von 100 PS Motorenleistung an reicht die zweiflügelige Schraube nicht mehr aus, und deshalb werden die Schraubenanlagen in der Regel mit dreiflügeligen und dann noch umsteuerbaren Schrauben ausgerüstet. Außerdem ist die dreiflügelige Schraube angebracht für Zweischraubenschiffe und bei Schlepp- und Güterschiffen. Auch für die kleineren Typen unter 100 PS Motorenleistung ergibt sich unter Umständen die Forderung, einen vierflügeligen Propeller zu verwenden, z. B. wenn das betr. Schiff sehr geringen Tief-

[90]) Zeitschrift V. D. J. 1932/29.
[91]) J. f. B. 1928/7.

gang haben soll, so daß der Schraubendurchmesser sehr klein sein muß, oder wenn bei Motorschleppern eine große Schleppkraft bei kleiner Geschwindigkeit verlangt wird, wobei der Schraubendurchmesser ebenfalls begrenzt ist. Im allgemeinen werden sonst die vierflügeligen Schrauben verwendet, wenn auf ruhigen Gang des Schiffs Wert gelegt wird.

Neuartiger Schiffspropeller.

Ein neuartiger Schiffspropeller, der „Voith-Schneider-Antrieb", ist 1930 für das motorisierte Schubschiff „Uhu" und 1931 auf den für den Bodensee neu erbauten 4 Dieselfahrgastschiffen (Tiefgang von 1,55 m, 13,5 km pro Stunde Geschwindigkeit) ausgeführt worden[92]). Der hydraulische Wirkungsgrad dieses Antriebes nimmt je nach Belastung, Geschwindigkeit und Steigung Werte bis zu 80% an. Der Antrieb kann sich im Schleppbetrieb sowohl der Alleinfahrt als auch der Fahrt mit schwerstem Anhang anpassen. Die an den ausgeführten Schiffen zur Geltung gekommene Verbesserung ist bei hochbelasteten Propellern, z. B. bei Schleppern mit beschränktem Tiefgang, am größten, während sie bei scharfen, schnellaufenden Schiffen etwas geringer ist, weil dort die Betriebsbedingungen für den Schraubenpropeller schon an und für sich sehr günstig sind. Sieht man von dem wesentlichen Nachteil, der in der verwickelten Anlage liegt, ab, so bedeutet der neue Schiffsantrieb für die Binnenschiffahrt einen wichtigen Fortschritt, weil keine Steueranlage und kein umsteuerbarer Motor mehr nötig ist, weil nicht mehr über Schiffskörperbreite hinaus gebaut zu werden braucht, weil die Schrauben nicht über Wasserlinie, im Tunnel oder unterm Kiel schlagen müssen und weil die günstige räumliche Anordnung geringen Tiefgang und damit bessere Ausnutzung des Mitstromes ergibt. An Gewicht wird $7^1/_2$% gegenüber der Ausführung mit Doppelschrauben gespart, wodurch wieder eine Verminderung des Schiffswiderstandes um 6% erzielt wird. Der Gesamtwiderstand des Voith-Schneider-Antriebs ist um 15% kleiner, so daß $9^1/_2$% an die Widerstandsverminderung durch Wegfall der Anhänger entfallen.

Propellerleitvorrichtung.

Zur Erzielung des bestmöglichen Schraubenwirkungsgrades für die normalen Schrauben ist die bestmögliche Wasserführung wünschenswert. Diesem Zwecke dienen die sogenannten Propeller-Leitvorrichtungen (Kontrapropeller)[93]). Während sie in der Seeschiffahrt schon seit 1920 mit großem Erfolg eingeführt worden sind, treten sie in der Binnenschiffahrt erst im Jahre 1927 in Erscheinung. Zwei verschiedene Arten liegen vor: die Leitvorrichtung

[92]) Zeitschrift V. D. I. 1931/27.
[93]) Der Rhein, 1927/10.

von Dr. Rud. Wagner liegt hinter, die von Professor Haß vor dem Propeller. Erstere Vorrichtung ist für Einschraubenschiffe am geeignetsten, letztere für Mehrschraubenschiffe. Häufig jedoch findet man die Kombination beider Erfindungen vor, regelt also systematisch Zu- und Abstrom des Propellerwassers. Versuche über deren Wirtschaftlichkeit sind an 5 Motorschleppern des staatlichen Schleppmonopols vorgenommen worden[94]). Hiernach beträgt die Leistungsverbesserung durch angebrachte Leitvorrichtung 10 bis 15%, wobei die Haß'sche Anordnung des Gegenpropellers vor der Schraube sich als besser erwiesen hat.

Der früher bereits beschriebene Düsenschlepper besitzt in seinem unter dem ganzen Schiff liegenden Tunnel auch eine Art Propellerleitvorrichtung. Diesen Schiffsantrieb nach seiner Bewährung auch auf Frachtschiffe mit eigener Triebkraft anzuwenden, wird eventuell insofern einen Nachteil aufweisen, als der unter Wasser liegende Tunnel etwa die Hälfte der Schiffslänge durchsetzen muß und dafür einen Teil des Laderaumes beansprucht. Auf jeden Fall steht diesem Nachteil der Vorteil gegenüber, daß andererseits Raum und Gewicht erspart werden durch Einbau kleinerer Maschinen, die den weiteren Vorteil von geringeren Brennstoffkosten einschließen.

Umsteuermöglichkeiten.

a) Allgemeines.

Das für die motorisierten Binnenschiffe so außerordentlich wichtige Umsteuern kann durch drei Arten erfolgen: erstens durch Wendegetriebe, zweitens durch Umsteuergetriebe und drittens durch den Motor selber. Das Wendegetriebe einschließlich der Wellenleitung und der festen Schraube ist gewöhnlich etwas billiger als der Anschaffungspreis einer guten Umsteuerschraube, weil bei letzterer die gesamte Wellenleitung mit einer durchgehenden Bohrung zur Aufnahme der Steuerstange versehen werden muß, wozu noch kommt, daß der eigentliche Umsteuerpropeller etwas teurer ist als eine feste Schraube. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß der Preis im umgekehrten Verhältnis steht, je nachdem ob Größenabstufungen des Wendegetriebes und der Umsteuerschraube besonders berücksichtigt werden müssen. Bei der Entscheidung, welche Umsteuerart genommen werden soll, verdient eine einwandfreie Lösung der grundsätzlichen technischen Frage, nämlich gute Konstruktion und Ausführung der Umsteuerung, den Vorzug gegenüber der Preisfrage, da ein billiges Fabrikat zu vielen Reparaturen Veranlassung geben und damit zu häufigem Stilliegen führen kann, was als Endeffekt unwirtschaftliches Arbeiten hervorruft.

[94]) W. R. H. 1926/18.

b) Umsteuerschrauben.

Bei der Umsteuerschraube ist noch in Rechnung zu setzen, ob man mit Rücksicht auf leichtes Anwerfen des Motors oder schnelles Umsteuern eine besondere Reibungskuppelung vorsehen muß, die bei Verwendung eines Wendegetriebes in keinem Falle notwendig wird, weil sie schon in das Getriebe eingebaut ist. Bei der Beurteilung des Preises einer Umsteuerschraube ist weiterhin die Brennstoffersparnis zu berücksichtigen, da durch die Propellereinstellung bei den verschiedenen Schiffsgeschwindigkeiten die Schraube stets mit dem günstigsten Wirkungsgrad arbeitet, der jeweiligen Belastung oder der angehängten Schleppkraft entsprechend eingestellt wird und der Motor stets mit seiner vollen bezw. seiner günstigsten Drehzahl und Leistung betrieben werden kann. Der Propeller wird dabei langsam aus der Stoppstellung in Steigung gebracht und so eine ganz allmähliche Aufnahme der Fahrtgeschwindigkeit und bei Schleppern damit auch des Trossenzuges erreicht. Dadurch kann auch bei tiefbeladenem Schiff oder schwerem Anhang eine Ueberlastung des Motors vermieden werden, während andererseits eine höhere Propellersteigung die volle Ausnutzung des Motors zur Erreichung einer höheren Fahrtgeschwindigkeit, wie es bei Leerfahrt erwünscht ist, ermöglicht. Eine gute Umsteuerschraube hat somit eine viel höhere Betriebssicherheit als ein Wendegetriebe, weil die Beanspruchung infolge der Anpassung an den Betrieb wesentlich günstiger ist. Dieses und der Umstand, daß man mit Umsteuerschrauben einen wesentlichen Schubgewinn erreichen kann, rechtfertigt ihre Anwendung. Bei Schiffsschrauben kann mit 55% Schubgewinn im günstigsten Fall gerechnet werden. Dieser Wert ist an sich verlockend, aber man darf dabei die konstruktiven Schwierigkeiten nicht vergessen, die leider der Ausnutzung der Verstellbarkeit im Wege stehen.

c) Wendegetriebe.

Das Wendegetriebe hat im anderen Falle den Vorteil, daß die hochtourige Umdrehung des Propellers des Motors in die langsam laufende Umdrehung des Propellers umgesetzt werden kann, obwohl neuerdings auch Umsteuerschraubenanlagen erprobt worden sind, die mit einer Untersetzung im Kupplungsgehäuse versehen sind, wodurch auf einfache Weise die Drehzahl des Motors für die Umsteuerschraube sehr stark herabgesetzt werden kann, und womit ein günstiger Wirkungsgrad für die Schraube erreicht wird.

d) Umsteuerbarer Motor.

Der direkt umsteuerbare Motor hat ebenfalls seine besonderen Vorzüge, da besondere Aggregate: das Wendegetriebe oder die Umsteuerschraube nicht benötigt werden. Die Möglichkeit, den Motor direkt umzusteuern besteht bei dem Zweitaktsystem von

drei Zylindern ab, bei dem Viertaktsystem erst von sechs Zylindern ab. Während des Umsteuerns wird der Brennstoff abgestellt und bei Wiederanfahren regelt die Zuführung des Brennstoffes die gewünschte langsame Tourenzahl, wodurch ein langsames, Motor und Schraube schonendes Anfahren erfolgt. Dabei besteht trotzdem der Vorteil einer sicheren und schnelleren Manövrierfähigkeit, wodurch von „Voller Fahrt voraus" auf „Volle Fahrt rückwärts" umgestellt werden kann. Der umsteuerbare Motor eignet sich ganz besonders für Hafen- und Bugsierschlepper.

Zusammenstellung der hauptsächlichen für die Binnenschiffahrt in Frage kommenden Motorarten.

Nachdem vorstehende Darlegungen die Entwicklung und die Aussichten der Motorisierung der deutschen Binnenschiffahrt behandelt haben, soll zur Vervollständigung des Gesamtbildes eine Zusammenstellung sämtlicher für die Binnenschiffahrt in Frage kommenden Motore vorgenommen werden[95]).

Einteilung der Motore nach Bauarten.

Motorart	Vorteile	Nachteile
1. Einfacher Glühkopf 12—15 at. Kompressionsdruck höchstens 22—30 at (Niederdruck)	Einfach gebaut. Bedienung von ungeübten Personen möglich. Rauhe Behandlung vertragend. Preis billig. Brennstoffpumpe hat 25—30 at, daher besser dicht zu halten als bei den kompressorlosen Dieselmotoren	Hoher Brennstoffverbrauch. Keine sofortige Betriebsbereitschaft. Feuergefährlich. Manövrierfähigkeit beschränkt, da leicht Erkalten des Glühkopfes eintritt. Bei ungleichmäßiger Beanspruchung leicht verschmutzt, was häufiges Reinigen erfordert. Nicht umsteuerbar.
2. Verbesserter Glühkopf 12—15 at Kompressionsdruck, höchstens 30—35 at (Mitteldruck)	Einfach gebaut. Bedienung von ungeübten Personen möglich. Rauhe Behandlung vertragend. Preis billig. Beanspruchung geringer wie beim einfachen Glühkopf. Betriebsbereitschaft schneller wie bei einfachem Glühkopf. Brennstoffpumpe hat 25—30 at, daher besser dicht zu halten als bei den kompressorlosen Dieselmotoren.	Hoher Brennstoffverbrauch. Betriebsbereitschaft erst in $^1/_2$—1 Minute. Manövrierfähigkeit beschränkt, da immer noch ein Erkalten des Glühkopfes eintreten kann, aber nicht so leicht wie beim einfachen Glühkopf. Hohes Gewicht aber schon leichter wie der einfache Glühkopf. Teurer wie der einfache Glühkopf. Nicht umsteuerbar.

[95]) Für Spezialfragen: Scholz „Schiffsölmaschinen". Für einen allgemeinen Ueberblick über Konstruktionszeichnungen und Ansichten der in der Binnenschiffahrt wichtigsten Oelmaschinen: Teubert, zweite Auflage, Seite 605 bis 621.

Motorart	Vorteile	Nachteile
3. Dieselmotor mit Kompressor 25—35 at Kompressionsdruck.	Sofort betriebsbereit. Brennstoffverbrauch niedriger als bei den Glühkopfmotoren. Keine Feuergefahr.	Mehr Brennstoffverbrauch, teuer infolge der Spülpumpen, viel Platz, schwereres Gewicht als kompressorlose Diesel. Bauart kompliziert. Besonders ausgebildete Maschinisten erforderlich.
4. Kompressorloser Diesel mit Vorkammer 25—35 at. Kompressionsdruck, höchstens 40—50 at.	Sofort betriebsbereit. Brennstoffverbrauch geringer als beim Glühkopf und beim Diesel mit Kompressor. Brennstoffdüse 1—3 mm ∅, nicht leicht verrußend wie beim kompr. Diesel mit Strahleinspritzung. Einfache übersichtliche Bauart. Kein Hochdruckkompressor, keine Einblaseflasche mit Hochdruckleitung, daher einfache Bedienung und größere Betriebssicherheit. Kein Verschmutzen der Kolben und Ventile, geringer Schmierölverbrauch, Gewicht und Raumbedarf gering.	Bei kaltem Wetter erste Zündungen mit Zündpapier. Brennstoffverbrauch größer als beim kompr. losen Diesel mit Strahleinspritzung. Angelernter Maschinist erforderlich.
5. Kompressorloser Diesel mit Strahleinspritzung. 25—35 at Kompressionsdruck, höchstens 40—50 at.	Brennstoffverbrauch am geringsten von allen Motorarten, da vollkommenste Verbrennung stattfindet. Bei kaltem Wetter keine Zündeinrichtung erforderlich. Sonst die anderen Vorteile des kompressorlosen Diesel mit Vorkammer.	Brennstoffpumpe wegen ihrer Drücke von 300—500 at schwerer dicht zu halten. Brennstoffdüsen 0,2—0,4 mm ∅, leicht verrußend. Angelernter Maschinist erforderlich.
6. Junkerscher Gegenkolbenmotor. Direkte Brennstoffeinspritzung.	Wirtschaftlicher Betrieb, einfache Bedienung. Ohne künstliche Hilfsmittel im kalten Zustand anzulassen. Entlastete Lager. Massenausgleich und leichtes Gewicht, ruhiger Gang.	Wie 5.

Einteilung der Motore nach ihrem Arbeitsverfahren.

Arbeitsverfahren	Vorteile	Nachteile
Einfach wirkender Zweitakt	Von 3 Zylindern ab umsteuerbar. Doppelte Leistung / Zyl. als der 4takt bei gleicher Tourenzahl, daher halbe Zylinderzahl. Einfach gebaut, da Wegfall von Ventilen, damit Gewicht leichter, daher billiger und weniger Platz einnehmend. Konstruktion des Propellers günstiger infolge geringer Drehzahl.	Spülvorrichtung erforderlich. 10% höherer Brennstoffverbrauch als 4takt. Maschinenleistung durch konstruktive Rücksichten begrenzt, daher nur für kleine Leistungen geeignet.
Doppeltwirkender Zweitakt	Doppelte Leistung / Zyl. als der einfach wirkende Zweitakt bei gleicher Tourenzahl. Gewicht sehr leicht, daher geringer Platzbedarf. Niedriger Brennstoffverbrauch, ruhiger Gang.	Halbe Maschinenleistung bei gleicher Umdrehungszahl wie der 2takt. Konstruktiv komplizierte Bauart wegen der Ein- und Auslaßventile für Luft und Abgase. Um Gewicht zu sparen, hohe Umdrehungszahl und damit stark beeinträchtigender Wirkungsgrad der Schraube, sodaß der Gewinn an Brennstoff gegenüber dem 2takt teilweise wieder ausgeglichen wird. Sonst hohes Gewicht, großer Raumbedarf wie die Kolbendampfmaschine einschl. Kesselanlage. Umsteuerbarkeit erst bei 6 Zyl. möglich, daher bei weniger Zylindern Wendegetriebe oder Umsteuerschraube erforderlich. Teurer als der 2takt-Motor.
Doppeltwirkender Viertakt	Kommt für die Binnenschiffahrt nicht in Frage, da nur für höhere Leistungen Bauarten vorliegen.	

3. Teil.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Motorisierung.

Bei unseren bisherigen von historisch-statistischen, betriebswirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten ausgehenden Ausführungen ergaben sich schon Hinweise auf die volkswirtschaftliche Bedingtheit der Motorisierung, die nunmehr zusammengefaßt, begründet und erweitert werden sollen.

I. Abhängigkeit der Motorisierung von den Wasserstraßenverhältnissen.

Es ist im Laufe der Abhandlung festgestellt worden, daß die Motorisierung gegenüber der Dampfmaschine überwiegende Vorteile bringt, die nicht nur dem Schleppbetrieb, sondern in hervorragendem Maße dem Selbstfahrerbetrieb zugute kommen und das Arbeitsgebiet der Binnenschiffahrt erweitern[96]). Das Gebiet, das trotz der Ausdehnungsmöglichkeiten des Selbstfahrerbetriebes dem Schleppbetrieb vorbehalten bleibt, ist die Beförderung billiger, auf schnellen Transport nicht angewiesener Massengüter, da die Motorisierung von großen Frachtschiffen wenigstens beim heutigen Stand der Technik sich unrentabel gestaltet. Gütermotorschiffe mittlerer Größe haben allerdings durch die Bewährung des Dieselmotors weitere Gebiete erobert, so daß sich die Grenzen für Massengüterbeförderung als fließend erweisen. Immerhin wird die wachsende Bedeutung des Motorselbstfahrers dem grundsätzlichen Vorherrschen des Schleppbetriebes bei Massengut wenig Abbruch tun. Die Ueberlegenheit des Motorselbstfahrers gegenüber dem Schleppzug liegt auf anderen Gebieten, vor allem gehört ihm der Eilverkehr, doch kommen zwischen den motorisierten Güterschiffen und den eigentlichen Eilgüterschiffen noch eine Reihe von Zwischenstufen vor. Andererseits kann sich der Schleppbetrieb auf besonders günstigen Wasserstraßen

[96]) In England, wo bisher die Wasserstraßen an einen Verkehr mit Gütern geringeren Wertes gebunden waren, hofft man ebenfalls durch die Motorisierung das Arbeitsfeld auch auf verfeinerte Ware, die größere Einnahmen pro Ladungseinheit garantieren, zu erweitern. (Bruck-Schmedes, Britische Verkehrsprobleme I, Seite 9.)

und auf Kanälen gut behaupten. Wenn festgestellt wurde, daß das Motorfrachtschiff alle die Widrigkeiten, die bisher einen Selbstfahrerverkehr unterbanden, zu überwinden vermag, so hängt doch auch für den Selbstfahrerbetrieb eine gleichmäßige und rasche Entwicklung weitgehend von der natürlichen Beschaffenheit der Wasserverkehrswege in Deutschland ab, also von Breite, Tiefe und Lauf des betreffenden Flusses oder Kanales. Es wäre unsere Aufgabe, denjenigen Wasserquerschnitt und diejenigen Wasserstraßen zu ermitteln, die für Motorselbstfahrer schiffahrtstechnisch am geeignetsten sind. In Wirklichkeit macht sich nun diese technische Vorbedingung nie isoliert geltend, vielmehr tritt hinzu der Umfang des Verkehrs, der zwar nicht mit der natürlichen Gunst einer Wasserstraße parallel zu gehen braucht, es aber tatsächlich zumeist tut. Wie sich der Schleppbetrieb und der Selbstfahrerverkehr verteilt, geht aus einem Ueberblick über die natürlich-geographischen, die schiffahrtstechnischen und die wirtschaftlichen Verhältnisse in den drei Hauptwasserstraßengebieten hervor [97]).

	Befahrene Länge km	Tragfähigkeit der größten Schiffe t	Verkehrsbelastung t/km im Jahre 1927 (in Mill.)	Bemerkungen
Oder	692	ab Kosel: 650 ab Hohensaathen: 1000	2 224	Viele Schleusen, ungünstige Wasserstandsverhältnisse, hohe Versommerungs- und Verwinterungsgefahr. Überwiegen des Kleinbetriebes (Einzelschiffer).
Elbe	727	oberhalb sächs.-preuß. Grenze: 1200, unterhalb: 1891	3 479	Keine Schleusen; Versommerungsgefahr*). Überragende Bedeutung Hamburgs. *) am Oberlauf Kettenschleppschiffahrt.
Rhein	696	Basel-Straßburg: 1923, Straßburg-Mannheim: 2 505, unterhalb Mannheim: 4 000	13 587	Keine Schleusen, günstigster Wasserstand, günstigste Klimaverhältnisse, dichte Besiedlung, Bedeutung der beiden Mündungsseehäfen. Gute Hafeneinrichtungen, große Bedeutung des Reedereibetriebes.

[97]) Auf Grund des Handbuches der Deutschen Binnenschiffahrt, Berlin 1930.

Odergebiet.

Im Odergebiet konnten zuerst wegen der Zug- oder gestauten Schleusen Motorfrachtschiffe nur in beschränkter Größe gebaut werden. Die fortschreitende Verbesserung des Fahrwassers und der wachsende Verkehr mit Massengütern hat 1930 den Großfinowmotormaßkahn mit einer Tragfähigkeit von 820 t und einer Motorleistung von 96 PSe auf den Plan gerufen. Es ist daher anzunehmen, daß sich im Odergebiet die motorisierten Frachtschiffe der Anzahl und wahrscheinlich auch der Tragfähigkeit nach gegenüber dem Schleppbetrieb künftig durchsetzen werden, da die Hauptstärke des Schleppbetriebes, die Beförderung von Massengut in großräumigen Kähnen, in diesem Fahrwasser nicht zur Geltung kommen kann und die Motorfrachtschiffe die Widrigkeiten des Fahrwassers am ehesten überwinden. Besonders günstig für die Motorisierung der Frachtschiffe auf dem Odergebiet ist zu verzeichnen, daß viele Einzelschiffer mit vielen kleinen Betrieben in diesem Stromgebiet tätig sind, die alle mehr oder minder eine Unabhängigkeit vom Schlepper als erstrebenswert erachten.

Das eigentliche Lebenselement des Kleinbetriebes bildet der Mittellauf der Oder und die Warthe, die beide noch nicht zu halbwegs gleichmäßiger Wasserführung haben reguliert werden können[98]). Die guten Straßen werden von Großunternehmungen beherrscht, die aber auch gelegentlich bei schlechtem Wasserstand den Kleinschiffer zur Aushilfe heranziehen.

Elbgebiet.

Im Elbgebiet hat sich die Motorisierung der Frachtschiffe am meisten von allen deutschen Wasserstraßengebieten hauptsächlich in Form eines regelmäßigen Eilfrachtverkehrs schon durchgesetzt und wird auch weiterhin erfolgreich gegen den Schleppbetrieb auftreten können. Neben den Gesellschaften, die ihren Schiffspark durch Motorfrachtschiffe motorisiert haben, sind auf der Elbe noch zahlreiche Einzelschiffer vorhanden, die sich ebenfalls Motorschiffe zugelegt haben, dadurch von den Schleppern der Gesellschaften unabhängig und plötzlich deren Konkurrenten werden.

Rheingebiet.

Auf dem Rheingebiet ist die Motorisierung längst nicht so akut wie auf dem Oder-Elbe-Gebiet. Die Ausnutzung der Schiffe ohne eigene Triebkraft ist auf dem Rheingebiet von allen Wasserstraßengebieten am größten. Sie ist im wesentlichen auf die guten natürlichen und wirtschaftlichen und die damit in Wechselwirkung stehenden technisch günstigeren Verhältnisse des Verkehrs auf dem Rheingebiet zurückzuführen. Der Rhein ist die leistungs-

[98]) Wiedenfeld, Seite 67.

fähigste Wasserstraße, auf der man nur hinsichtlich des Tiefganges bei niedrigen Wasserverhältnissen Rücksicht nehmen muß. Schlepper von 1600 bis 2000 PS mit einer Schleppleistung von 6000 bis 8000 t steigern das Prinzip des Massenverkehrs aufs höchste. Die verhältnismäßig hohe Umlaufsgeschwindigkeit der Kähne hebt auch hier einen Vorteil der Einzelfahrer auf. Der Stückgutverkehr wird zwar in sehr erheblichem Umfange von den motorisierten Frachtschiffen bewältigt, jedoch nicht ausschließlich, da weniger eilige Stückgüter nach wie vor auch mit Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft befördert werden. Zudem spielt der Stückgutverkehr nur eine untergeordnete Rolle (2% der Gesamtverkehrsmengen). Somit hat der Schleppbetrieb auf die Dauer für den Massengüterverkehr das Uebergewicht. Immerhin weisen im Rheingebiet die motorisierten Frachtschiffe infolge ihrer Beweglichkeit, Regelmäßigkeit und Häufigkeit des Dienstes, infolge schnellerer Bedienung auch entlegener Ladestellen, viele Vorteile auf, die ihnen besonders in Zeiten allgemeinen Verkehrsrückganges eher Aufträge verschaffen als dem Schleppbetriebe. Auf dem Rhein herrscht zahlenmäßig die Kleinschiffahrt vor, was auf holländische und belgische Einflüsse zurückzuführen ist, denn die Kleinschiffer des Rheins stützen ihre Lebenskraft auf die geringen Abmessungen, in denen noch immer die Kanäle Hollands, Belgiens und Nordfrankreichs gehalten sind, und nur weil sich die Verladung vom großen auf den kleinen Kahn nicht lohnt, darum können sie von Ruhrort die Steinkohle holen und in billiger Rückfracht am Bergaufverkehr nachhaltig teilnehmen, oft bis Mannheim und höher hinauf ihre Fahrt ziehend, da Ungleichmäßigkeiten der Wasserführung, die auch auf dem Rhein noch keineswegs völlig haben beseitigt werden können, sie gelegentlich auch der Großschiffahrt zu willkommenen Helfern machen.

Das Gutachten der Rheinkommission[99]) kam zu dem Schluß, daß die Lage der deutschen mechanisierten Frachtschiffahrt im Rheingebiet zur Zeit der Untersuchung (1928) nicht ganz so ungünstig war als die der anderen deutschen Ströme.

Kanäle.

Die Verhältnisse auf den Kanälen lassen beide Schiffsarten weiterhin zu. Im allgemeinen sind Kanäle durch ihre künstliche Fahrrinne schon gleich so ausgebaut, daß sie dem bestehenden Schiffsbestand angepaßt sind, so daß vor allem der Kanalschleppbetrieb, bei dem hochgradige Ueberlastbarkeit gefordert wird, je nach den bestehenden und nachfolgend beschriebenen Verhältnissen hier seine Tätigkeit entfaltet. Hier scheint aber auch dem Motor das Feld zu gehören, denn der Dieselmotor dringt jetzt ein.

[99]) a. a. O., Seite 297.

Die Zahl der Schleusen spielt nämlich für die motorisierten Frachtschiffe insoweit eine gewisse Rolle, als unter Umständen ein Eilfrachtverkehr auf einem Kanal mit vielen Schleusenanlagen sich nicht entwickeln kann. So wird z. B. der Rhein-Herne-Kanal wegen seiner zahlreichen Schleusen und Hafenanlagen für den Motorfrachtverkehr als ungünstig bezeichnet; der Schleppverkehr bestimmt die Art der Betriebsabwicklung[99]). Dagegen wird bei Fertigstellung des 560 km langen Mittellandkanals, der auf den übrigen Strecken nur 8 Schleusen besitzen wird, das motorisierte Eilfrachtschiff seine größere Schnelligkeit zur Geltung bringen können.

II. Abhängigkeit der Motorisierung vom Verkehrsumfang.

Außer von den geographisch-technischen Bedingungen hängt die Ausdehnungsmöglichkeit der Motorisierung auch vom Umfang des Verkehrs ab. Wenn auch ein Anreiz zur Motorisierung darin besteht, daß neues Arbeitsgebiet erschlossen werden kann, so ist die Anpassung an den Fortschritt doch erschwert durch den mit der allgemeinen Depression verbundenen Verkehrsrückgang, und eine Ueberdimensionierung der Binnenflotte verbietet die Neubauten eigentlich.

Aus der Statistik geht hervor, daß die Tonnage der gesamten deutschen Binnenflotte hinter der vor dem Krieg zurückbleibt, wenn auch in den Jahren 1926 bis 1929 wieder ein leichtes Ansteigen festzustellen ist. Daß man auch abgesehen von diesem Anwachsen von Ueberdimensionierung sprechen kann, liegt daran, daß schon vor dem Kriege die Kapazität zu groß war und seit 1929/30 der Verkehr krisenhaft zurückgeht. Eine normale Entfaltung der Binnenschiffahrt, zu der auch die Einführung von bedeutsamen Neuerungen gehört, ist also nicht möglich. Während laut einer Eisenbahnstatistik eine Abnahme des gesamten Bestandes stattfindet, vollzieht sich trotz der wirtschaftlichen Depression, allerdings in geringerem Umfange eine Zunahme an Zahl und Tragfähigkeit der motorisierten Schiffe, was umsomehr auf eine zwangsläufige Wandlung in der Struktur der Binnenschiffahrt schließen läßt. Der Grund liegt unter anderem darin, daß in Zeiten der Depression der Schiffsreeder die Transporte zu niedrigen Frachtsätzen, auf die sein Einfluß gering ist, durchführen muß. Hierbei bietet ihm das in Bezug auf die Arbeitskosten billigere Motorschiff eher die Möglichkeit, mit einigem Gewinn zu fahren. Beim Schleppbetrieb besteht der Anlaß zur Motorisierung hauptsächlich in dieser Notwendigkeit der Arbeitskostenersparnis, während für den Selbstfahrerbetrieb noch andere Beweggründe hinzukommen. Es hat sich darum schon

[99]) a. a. O., Seite 297.

aus der Statistik ergeben, daß das Ansteigen der Motorschlepper hinter dem der Frachtselbstfahrer zurückbleibt, woraus schon die größere Bedeutung und Dringlichkeit der Motorisierung für die Frachtschiffe erhellt.

Beim Selbstfahrerbetrieb ist, wie gezeigt, der Anreiz zur Motorisierung am intensivsten, ebenso der Zwang ihm stattzugeben, da hier das Prinzip der freien Konkurrenz besonders stark wirkt. Gerade wenn in Zeiten der Depression der Schiffseigner die Transporte zu niedrigen Frachtsätzen durchführen muß, bietet ihm das Motorfrachtschiff eher die Möglichkeit, Aufträge zu erhalten und diese mit einigem Gewinn auszuführen als bei Abhängigkeit vom Schlepper. Wenn somit eine Verkehrszunahme auch die natürlichste Veranlassung ist zur Ausdehnung der Binnenflotte nach modernsten Gesichtspunkten, so ist auch der gegenwärtige Verkehrsrückgang ein Anlaß zur Motorisierung, wenn auch unter großen Opfern (erhöhter Abschreibebedarf). Das Angebot an Frachtraum ist bei Hinzukommen von Motorfrachtschiffen noch größer als die Addition der Tragfähigkeitstonnagezahlen ergibt, da ja die Selbstfahrer, wie schon mehrfach erwähnt, eine größere Umlaufsgeschwindigkeit haben, also häufiger als Nachfrager nach Ladungsgut auftreten können. Umso mehr wird das auf allen Stromgebieten herrschende Mißverhältnis zwischen dem Angebote an Frachtraum und der Nachfrage des Ladungsgutes verschärft, sofern nicht wieder ansteigender Verkehr und der Erneuerungsbedarf infolge normaler Abnutzung und Abwracken des alten Bestandes entgegenwirken.

III. Abhängigkeit der Motorisierung von der Konkurrenz.

In der Binnenschiffahrt herrschte bisher nahezu völlig freie Konkurrenz. Aus dem steigenden Mißverhältnis zwischen Angebot und Nachfrage entsteht eine Verschärfung des Wettbewerbs. Je heftiger aber die Konkurrenz ist, umso stärker ist der Zwang zur wirtschaftlichsten Arbeitsweise und zur Einbeziehung wirtschaftlicher Neuerungen in den bisherigen Arbeitsprozeß. Die Konkurrenz infolge der durch die schlechte Konjunktur eingetretenen Ueberdimensionierung der Binnenflotte wird schon durch eine Motorisierung von verhältnismäßig geringem Umfange verschärft, da diese eine derartig starke technisch-wirtschaftliche Verbesserung bringt, daß die Vorteile dieser Schiffsart sofort bei der alten Betriebsart die Rentabilität und Konkurrenzfähigkeit untergraben, indem das verminderte Frachtenangebot dahin strömt, wo die Auftragserledigung vorteilhafter geschieht, nämlich bei den Motorschiffen. Die Konkurrenzverschärfung zwingt ein jedes Binnenschiffahrtsunternehmen ohne Rücksicht auf seinen alten

Schiffsbestand sich die Neuerung zu eigen zu machen. So sind z. B. die Schwierigkeiten auf dem Elbgebiet durch die Modernisierung (Motorisierung) des dortigen Schiffsparkes entstanden. Da dort sowohl die großen Reedereien Motorfrachtschiffe bauten und ihren Schleppdienst mit Motorkraft versahen, als auch die noch sehr zahlreich vorhandenen Einzelschiffer sich dazu entschlossen ihren Schiffsbetrieb zu motorisieren, so verschärfte sich die Konkurrenz in dem Maße als diese Einzelfahrer die nicht motorisierten Schiffe ausschalten und zugleich, nun vom Schlepper unabhängig, eigene Auftragserledigungen suchten und somit auch für die Reedereien eine Konkurrenzverschärfung bedeuteten.

Konkurrenz der ausländischen Schlepper.

Zur Umstellung wird der Schiffsunternehmer außer durch die Konkurrenz innerhalb der deutschen Binnenflotte noch durch die der ausländischen Flagge gezwungen, die günstigere Selbstkostenbedingungen hat als die deutsche. Diese ausländische Konkurrenz tritt besonders auf dem Rhein auf und veranlaßt den dort vorherrschenden Schleppbetrieb zur Einführung der billigeren Arbeitsweise.

Konkurrenz von Kraftwagen und Eisenbahn.

Außerdem kommt als starke Konkurrenz gerade für hochwertiges, schnell zu beförderndes, spezifisch leichtes Stückgut in neuester Zeit auch der Kraftwagen in Betracht, während für Massengut außerdem die Eisenbahn konkurrenzierend auftritt, besonders bei staatlich beeinflußter Frachtensenkung. Für Beförderung von Massengut, das nicht besonderer Beschleunigung bedarf, verdient die Binnenschiffahrt von jeher den Vorzug durch die Billigkeit der Frachtsätze und wird ihn mit weiterer Frachtenverbilligung, wie sie die Motorisierung verspricht, auch behalten. Wie weit der motorisierte Schiffsbetrieb in den Verkehrsumfang der Eisenbahn eingreifen kann, soll im Folgenden noch näher ausgeführt werden.

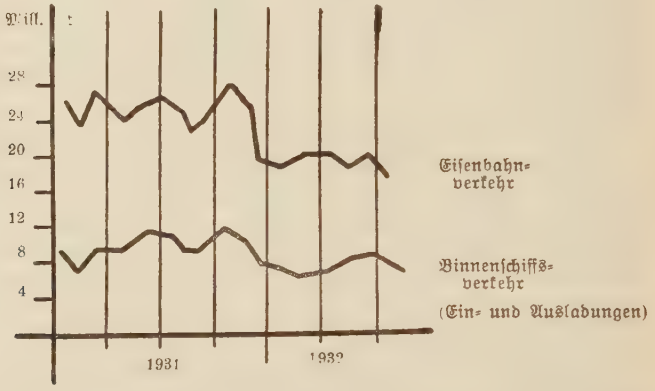
IV. Einfluß der Motorisierung auf die gesamte Verkehrswirtschaft.

Ueber den Wettbewerb um den Gesamtgüterverkehr zwischen Eisenbahn und Binnenschiffahrt geben nachstehende Zahlen Auskunft.

Der Anteil der Binnenschiffahrt am Gesamtgüterverkehr betrug 1913 (neues Reichsgebiet): 17,2%, 1929: 18,5% der Verkehrsmenge nach, und 26,7% resp. 23,3% der Verkehrsleistung nach, mithin besteht eine Minderleistung von 3,4% oder 3,39 Milliarden tkm für die Binnenwasserstraßen. Die Wasserstraßen büßten insgesamt 6% von ihrer Verkehrsleistung ein.

Auch nachstehende Zusammenstellung zeigt den relativen Leistungsrückgang der Binnenschiffahrt bis zum Jahre 1929[100]. Die Verkehrsmengen stiegen von 1913 (neues Reichsgebiet) bis 1929 bei der Eisenbahn um 33% (57,3 Mild. tkm auf 76,4 Mild. tkm), bei den Wasserstraßen um 11% (20,9 Mild. tkm auf 23,2 Mild. tkm). Die Ueberlegenheit der Schiffahrt gegenüber der Eisenbahn in Bezug auf ihre Steigerung an Verkehrsmengen ist also nur scheinbar, denn der Leistung nach hat die Bahn eine erheblich größere Zunahme zu verzeichnen. Leider lagen die Zahlen der Verkehrsleistungen für die Jahre 1930 und 1931 der beiden Transportarten nicht vor. Jedoch soll nachstehendes Kurvendiagramm 3 die monatlichen Verkehrsmengen des deutschen Eisenbahn- und Binnenwasserstraßengüterverkehrs zeigen[101].

Kurvendiagramm 3.



Das Diagramm zeigt einwandfrei den Rückgang im Eisenbahngüterverkehr und den ziemlich konstant bleibenden Anteil des Binnenschiffsverkehrs.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Entwicklung des Verkehrsanteils ist die Leistungsfähigkeit des Verkehrsmittels. Mit Vervollkommnung der Eisenbahn muß daher eine Vervollkommnung der Binnenschiffahrt Hand in Hand gehen, selbst wenn letztere nur ihren alten Anteil am Gesamtgüterverkehr bewahren will. Das wichtigste Hilfsmittel hierfür ist heute die Motorisierung, die eine Annäherung in Regelmäßigkeit und Berechen-

[100]) Durch freundliches Entgegenkommen von Herrn Dr. Seiermann, Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, zur Verfügung gestellt. Zahlenmaterial aus der Denkschrift der Deutschen Reichsbahngesellschaft „Reichsbahn und Binnenschiffahrt", aus der „Statistik des Deutschen Reiches" und aus „Wirtschaft und Statistik" 5/1930 und 24/1930.

[101]) V. D. I. Nachrichten 1932/41.

barkeit, Sicherheit und Schnelligkeit der Beförderung an die Eisenbahn gestattet. Hinzu kommt dann noch die Billigkeit der Auftragserledigung.

Prinzip der Regelmäßigkeit und Berechenbarkeit.

Beim Eisenbahnverkehr liegt die Abfahrtszeit und die Ankunftszeit im voraus fest. Es herrscht eine Fahrplanmäßigkeit, die bei der Binnenschiffahrt im Eilfrachtverkehr z. B. auf der Elbe ebenfalls erstrebt und annähernd erreicht ist. Im übrigen läßt sich beim nach Bedarf laufenden Schiffsbetrieb die Ankunftszeit ungefähr nur berechnen, wenn die Abfahrtszeit festgelegt worden ist. Die Eisenbahn ist also mit ihrer peinlichen Regelmäßigkeit und Berechenbarkeit der Wasserstraße überlegen. Maßgebende Bedeutung haben diese aber nur beim Personen- und Postverkehr. Beim Güterverkehr sind die Transportkosten von ausschlaggebender Bedeutung, denn zwischen Produktion und Verbrauch liegt immer ein längerer Zeitraum, und der Handel weiß auch den für die Wasserstraße notwendigen Spielraum der Zeit in den Güterumlauf einzuschalten. Aus diesem Grunde werden in großem Umfange auch Wasserstraßen zum Transport von solchen Gütern benutzt, bei denen Regelmäßigkeit von Wichtigkeit ist.

Prinzip der Sicherheit.

Was die Sicherheit des Verkehrswesens anbetrifft, so steht die Eisenbahn darin ebenfalls über der Wasserstraße. Wichtig ist die Sicherheit aber ebenso wie die Regelmäßigkeit und Berechenbarkeit nur beim Personen- und Postverkehr, beim Güterverkehr ist es wieder eine reine Kostenfrage. Erreicht die gegenüber dem Eisenbahntransport höhere Versicherungsprämie nicht das Maß der Frachtenverbilligung, dann nimmt man aus privatwirtschaftlichen Gründen die höhere Gefahr in Kauf, besonders da ihre Folgen sich auf andere Schultern abwälzen lassen. Diese Handlungsweise hat auch volkswirtschaftlich ihre Berechtigung, da der größere Verlust an Sachgütern für die Gesamtwirtschaft bei Benutzung des naturgegebenen Weges durch die niedrigen Gestehungskosten dieser Naturgabe mehr als ausgeglichen wird.

Prinzip der Schnelligkeit.

Abgesehen davon, daß die Abkürzung der Reisedauer die Wirtschaftlichkeit durch eine Vermehrung der jährlichen Reisezahl zwecks besserer Ausnutzung von Schiff und Besatzung erhöht, zieht die Anpassung der Reisedauer an die der Eisenbahn Frachten an, die gerade in Zeiten hoher Zinssätze auf schnelle Beförderung Wert legen. Beide Forderungen nach verkürzter Reisedauer werden durch das motorisierte Frachtschiff am ehesten erfüllt. Wird die Fahrgeschwindigkeit der Eisenbahngüterzüge (30 bis

40 km/Std.) mit der der Frachtschiffe (bis 22 km/Std.) verglichen, so ist zwar die Eisenbahn schneller. Diese Fahrgeschwindigkeit ist jedoch bei vergleichender Betrachtung nicht ausschlaggebend, sondern es muß die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit verglichen werden und diese ändert das Bild zugunsten der Binnenschiffahrt. Denn abgesehen von aus sozialpolitischen Gründen geforderten Ruhepausen gibt es in der Schiffahrt keine größeren Aufenthaltszeiten wie: Lokomotivwechsel, Rangieren, Haltezeichen, Warten auf eingleisigen Bahnen usw. So ist z. B. das Stückgut auf dem Wasserwege unter Ausnutzung der Nacht von Berlin früher in den Händen des Empfängers in Hamburg oder Stettin als mit der Eisenbahn. Gerade höherwertige Güter, für die eine lange Transportdauer einen erheblichen Zinsverlust bedeutet und die aus diesem Grunde von der Benutzung der Wasserstraße trotz hoher Tarifierung im Eisenbahngüterverkehr abgeschreckt wurden, können dem Motorfrachtschiff zufallen. Diese für die Binnenschiffahrt günstigen Verhältnisse könnten durch folgende Maßnahmen noch bedeutend verbessert werden.

1) Die Liegezeiten in den Häfen könnten durch verbesserte Lade- und Löscheinrichtungen verkürzt werden. Die Dauer der seit 1930 gültigen, durch das Binnenschiffahrtsgesetz oder auf Grund von Verordnungen der zuständigen Regierungen bezw. Oberpräsidenten geregelten Lade- und Löschzeiten betragen:

	für Gesamtladungen	für Teilladungen	Tage
Auf der Elbe, Oder und märkischen Wasserstraßen	300 t	450 t	6
	400 t	600 t	8
	1 000 t	900 t und mehr	15
Stromgebiet des Rheins, Main, Nordwestdeutsche Kanäle, Weser	300 t	375 t	5
	600 t	600 t	7
	1 000 t	1 000 t	9
	2 000 t	2 000 t	13

Selbst in Häfen mit weniger leistungsfähigen Einrichtungen, als sie z. B. die westlichen Wasserstraßen besitzen, könnten die angegebenen Mengen in weniger als der halben Zeit umgeschlagen werden.

2) Die amtlich vorgeschriebenen Fahrzeiten könnten verlängert werden. Diese betragen auf den Kanälen nur 3,5 bis 5 km pro Stunde und könnten auf 6 km pro Stunde erhöht werden, bei angestauten Flüssen betragen sie bis 8 km und könnten auf 9 bis 11 km pro Stunde erhöht werden.

3) Auf Wasserstraßen mit Schleusen würden die Tagesleistungen erhöht werden, wenn die amtlichen „Betriebszeiten"

für die Schleusen verlängert würden. Diese betragen auf den Hauptwasserstraßen gewöhnlich im Frühjahr und Sommer 17 bis 19 Stunden am Tage, im Herbst und Winter 12 bis 17 Stunden pro Tag. Danach richtet sich die tägliche Betriebsdauer für die Binnenschiffahrt. Im Jahresdurchschnitt beträgt diese tägliche Betriebsdauer auf den östlichen Wasserstraßen und auf der Elbe 16 Stunden, auf den westlichen 15 Stunden[102]). Abgesehen von dem Fehlen der künstlichen Beleuchtung ginge der bei einer Tag- und Nachtfahrt zu erreichende Vorteil zum Teil wieder verloren, wenn die Schiffsbesatzung entsprechend verstärkt werden muß. Das ist besonders bei Frachtschiffen ohne eigene Triebkraft der Fall, die den größten Teil der jährlichen Schiffszeit mit den nicht Gewinn bringenden Liegezeiten verbrauchen. Bei Eilgüterschiffen ist jedoch gewöhnlich die Besatzung so stark, daß sie ausnahmsweise für Nachtfahrten in sternhellen Nächten genügen würde. Das ist eine nicht hoch genug anzuschlagende Ausnutzungsmöglichkeit für die motorisierten Frachtschiffe.

Alle diese für die Binnenschiffahrt günstigen oder noch günstiger zu gestaltenden Verhältnisse ändern sich jedoch grundlegend beim Umschlagverkehr zwischen Eisenbahn und Binnenschiffahrt. Es fehlen die technischen Einrichtungen für größere Umladebeschleunigung schon allein wegen der verschiedenen Ladeverhältnisse. (Ein Schiff mit 750 t Kohlen benötigt 50 Eisenbahnwaggons). Hier muß der Geschwindigkeitsvorsprung der Eisenbahn als Regelerscheinung bezeichnet werden. Er fällt dann ins Gewicht, wenn die Qualität der Ware, wie leicht verderbliche Nahrungsmittel, durch längere Transportzeit oder durch den Umschlag leidet. Sonst spielt auch hier die reine Kostenfrage die Hauptrolle. Arbeitet das Binnenfrachtschiff billiger als die Eisenbahn, so daß die höhere Versicherungsprämie, der Zinsverlust und das größere Preisrisiko, das mit der Verzögerung der Fahrt gegeben ist, in der Frachtverbilligung ihren Ausgleich findet, dann steht seiner Benutzung nichts im Wege.

Zusammenfassung.

Alles dieses zusammengefaßt ergibt die nachstehende Aufstellung:

---

[102]) Teubert, zweite Auflage, Seite 778.

Ein hoher Grad von Regelmäßigkeit, Sicherheit und Schnelligkeit ist erforderlich.	Beförderungskosten sind von ausschlaggebender Bedeutung.
Eisenbahn mit Personen und Postbeförderung, Beförderung leicht verderblicher Waren u. sehr hochwertiger mit Seltenheitscharakter ausgestatteter Güter.	Binnenschiffahrt bei mehr als 40 bis 50 km Transportentfernung, Binnenschiffahrt bei einmaligem Umschlag bei mehr als 70 bis 100 km Transportentfernung, Binnenschiffahrt bei doppeltem Umschlag bei mehr als 160 bis 190 km Transportentfernung.*)

*) nach Wiedenfeld, Seite 18/19.

Erweiterung des Binnenschiffsverkehrs.

Wo dieses Höchstmaß von Regelmäßigkeit, Sicherheit und Schnelligkeit nicht unbedingt erforderlich ist, sondern eine Annäherung daran, vereint mit der Frachtenverbilligung, den qualitativen Vorteil der Eisenbahn ausschaltet, oder wo sogar die durchschnittliche Schnelligkeit beim Motorfrachtschiff überwiegt oder, wie durch Heranfahren an die Seeschiffe ein Umschlag vermieden werden kann, wo überhaupt nur die Frachtenverbilligung ohne andere Rücksichten, wie beim Massentransport auf große Entfernungen, ausschlaggebend ist, da wird die motorisierte Binnenschiffahrt den Sieg im Konkurrenzkampf mit der Eisenbahn davontragen und auch ihr Arbeitsgebiet erweitern können. Abwanderungen auf die Eisenbahn wegen Niedrigwasser oder Eissperre scheinen bemerkenswerter Weise nicht einzutreten, denn laut Statistik steigt der Eisenbahnverkehr in den Wintermonaten nicht, sondern pflegt ebenfalls seinen geringsten Umfang anzunehmen.

Abgesehen vom privatwirtschaftlichen Vorteil erzeugt die Motorisierung auch volkswirtschaftlich höhere Rentabilität der natürlichen Wasserverkehrswege, indem das Motorschiff auch in Flußbetten, für die die Regulierung noch nicht in Frage kommt, arbeiten kann, unregelmäßige Strömungen gut überwindet und auch schmale und flache Flußbetten befahren kann, wodurch ein Verkehr von Gütern, die bisher vom Umsatz überhaupt ausgeschlossen waren, einsetzen kann. Gerade Billigkeit und Schnelligkeit vereint können heute überhaupt Güter in den Verkehr einbeziehen, die bisher durch teuere Eisenbahntarife vom Umsatz in weiterem Kreise ausgeschlossen waren.

V. Abhängigkeit der Motorisierung vom Kapitalmarkt.

Treibt einerseits die Konkurrenz zur Beschleunigung der Umstellung, so wird diese gehemmt durch die Kapitalknappheit. Die Einführung einer jeglichen Neuerung ist abhängig vom Kapitalmarkt. Nun gehört aber die Binnenschiffahrt zu denjenigen Wirt-

schaftszweigen, die die geringste Kapitalrente abgeworfen haben[103]). Der Kapitalmangel muß sie also bei der dringenden Notwendigkeit der Kapitalbeschaffung besonders empfindlich treffen. Am einfachsten ist die Erfüllung der Forderung in den Fällen, wo alter Schiffsbestand an Schleppern und Dampffrachtschiffen durch Umbau motorisiert werden kann. Die Ersparnis an Arbeitskosten, deren Tendenz einschließlich der ebenfalls als Arbeitskosten zu bewertenden Speziallasten jahrelang steigend war, wiegt vielfach den Kostenaufwand des Umbaues auf.

Bei der Notwendigkeit und Möglichkeit einer Neuanschaffung infolge normaler Abnutzung kann von vornherein die neue Betriebsform den Vorzug erhalten, da sie nicht nur die Betriebskosten senkt, sondern auch die Anlagekosten. Der Bedarf an Realkapital wird bei gleichen Verkehrsleistungen vor allem durch die erhöhte Umlaufsgeschwindigkeit der Motorschiffe verringert.

Bei einem hinreichenden Schiffsbestand eines Binnenschiffahrtsunternehmens aber, der nur durch den dringenden Zwang der Konkurrenz um Motorschiffe erweitert werden soll, wird ein Abwägen der Betriebskosten gegenüber den Kapitalkosten als Richtschnur des Handelns leicht durch die Rücksicht auf Konkurrenzunternehmungen verdrängt. Die Investierung von Kapital bei im ganzen exzeptionell hohem Zinsfuß verlangt um so dringender eine volle Ausnutzung des neuen Realkapitals. Diese Ausnutzungsmöglichkeit fehlt gewöhnlich in Zeiten der Depression. Zugleich bewirkt jeder technische Fortschritt, also auch die Motorisierung, eine Entwertung des Anlagekapitals, das auf Grund des früheren Standes der Technik in Binnenschiffahrtsunternehmungen investiert worden war; das alte Kapital beeinflußt dabei die Neuanlage durch seine noch konkurrenzmäßige Wirkung durch steten Druck auf die Frachtsätze ebenfalls entwertend.

Um bessere und leichtere Anleihebedingungen zu erhalten, war buchmäßiger hoher Anlagewert von Vorteil. Also war ein großer Schiffsbestand, und sei es aus unmodernen Schiffen, erforderlich. Zu Anfang der allgemeinen Motorisierung waren fremdländische Anleihen, wenn auch mit höherem Zinsfuß, leicht zu erhalten, ließen aber eine Rentabilität nur solange zu, als Hochkonjunktur bestand. Das Zusammentreffen von hohen Zinslasten und verminderten Arbeitsmöglichkeiten übersteigerte die Konkurrenz durch den sinkenden Frachtsatz bis zur Unrentabilität.

Die größten Schwierigkeiten mit der Umstellung auf Motorbetrieb hat der Selbstfahrer als Kleinbetrieb, da er viel kapitalschwächer ist als die Reederei und er gegenüber dem Schlepper oder Frachtdampfer nicht bloß eventl. umbauen sondern neuan-

[103]) Wir haben wiederholt das Gutachten der Rhein-Kommission erwähnt, das die Unrentabilität der deutschen Rheinschiffahrt dartut.

schaffen muß. Gelingt ihm trotzdem die Investierung, so hat er bei billigsten Selbstkosten eine gewisse Ueberlegenheit gegenüber dem Großbetrieb, indem er immer noch da seinen Weg findet, besonders in ewig sich ändernden Stromläufen, wo der bezahlte und deshalb weniger interessierte Angestellte des Großbetriebes das Schema seiner Arbeit vermißt und leichter versagt. Diese Vorteile des Selbstfahrers sind schon erwähnt worden. Die Anschaffung von Motorschiffen wird also bei Neugründungen gerade für den kapitalschwachen Unternehmer reizvoll sein.

VI. Die Motorisierung und die Organisation der Binnenschiffahrt.

Der katastrophalen Lage sucht die Binnenschiffahrt nun durch organisatorische Maßnahmen zu begegnen, die allerdings den Charakter der freien Konkurrenz beeinflussen. Gegenüber dem Großbetrieb der Reederei, deren Domäne der Liniendienst mit Motorschiffen oder im geeigneten Fahrwasser der Schleppdienst ist, versucht der Partikulierbetrieb sich durch Zusammenschluß zu behaupten. Der Partikulier fährt vielfach im Dienst eines schiffslosen Spediteurs oder einer Reederei, wobei er die Funktion der Ergänzung ausübt, für die er durch die Elastizität seiner Arbeitskosten in Anpassung an die Schwankungen der Wirtschaft vorzüglich qualifiziert ist. Bei starkem Bedarf an Frachtschiffen an einen bestimmten Platz ist es ihm am leichtesten möglich, dorthin zu fahren. Bei sinkender Konjunktur kann er, besonders wenn der Schiffseigner mit eigenen Familienkräften fährt, die Frachtsätze besonders niedrig halten. Er ist aber schwer in der Lage, abgesehen von den Orten, an denen Schifferbörsen bestehen (Außig, Duisburg-Ruhrort), als Einzelner auf eigene Rechnung Aufträge zu erhalten, so daß er bei schlechter Wirtschaftslage zuerst ausgeschaltet wird durch die Organisation des Großbetriebes, die ihn dann nicht mehr in Dienst stellt oder ihm so niedrige Frachtsätze aufzwingt, daß er seine Kosten nicht mehr deckt.

Partikulierorganisationen.

Dieser katastrophalen Lage der Einzelfahrer soll durch organisatorische Maßnahmen entgegengewirkt werden. Organisierungsbestrebungen greifen schon weiter zurück. Eine Organisierung der Partikuliere, die an den Hauptverkehrsplätzen eine gemeinschaftliche Befrachtungsstelle und eine Beladung der Reihe nach erstrebte, gab es in den 70er Jahren auf der Elbe. Ein besonders fester Zusammenschluß erfolgte in den Transport-Genossenschaften, deren Berliner Vereinigung 3000 Mitglieder und deren Vereinigungen auf der Elbe und Saale 60 bis 3000 Mitglieder zählen. Diese Genossenschaften verteilen ihre Frachten der Reihe nach

an die Genossen zu bestimmten oder doch genau überwachten Frachtsätzen. Dafür haben diese an die Genossenschaft bestimmte Vermittlungsgebühren zu zahlen. Bei der Ueberlassung der Schiffe an die Genossenschaft gegen festen mäßigen Gehalt oder eine Miete geben die Partikulierschiffer ihre Selbständigkeit auf. Eine besondere Rolle auf dem Rhein spielt der Partikulierschiffer-Verband „Jus et Justitia" e. V., Duisburg, zu dem motorisierte und unmotorisierte Einzelfahrer gehören. Die Mitgliederzahl ist seit 1931 von 548 mit insgesamt 538 000 t Tragfähigkeit auf 717 Schiffer mit rund 592 000 t im Februar 1932 gestiegen. Die Mitglieder dürfen nicht jede Fahrt annehmen, sondern kommen nur in der beim Befrachtungskontor eingetragenen Schiffsreihenfolge ordnungsmäßig an die Fahrt. Damit hofft man der wochenlangen Wartezeit mit ihren erheblichen Kosten und der daraus bedingten Verschuldung der Partikulierschiffer entgegenzutreten.

Schlepperorganisationen.

Auf Wasserstraßen, in denen keine Kettenschleppschiffahrt oder kein Schleppmonopol besteht, ist der Einzelschiffer von den Reedereien auch hinsichtlich der Schleppkraft abhängig. Um hier für den Partikulier die nötige Entlastung zu schaffen, entstand in den 80er Jahren die „Schleppschiffahrt-Gesellschaft vereinigter Schiffer" auf der Elbe und Oder, mit der Sicherheit, daß die Aktien auf den Namen der einzelnen Schiffer ausgestellt wurden, damit sie ausschließlich in den Händen der Einzelschiffer bleiben. Diese „Dampfergenossenschaften" haben den Zweck, die Schiffe ihrer Genossen zu schleppen. Während sich so beim Frachtgeschäft mit Lastschiffen der Großbetrieb aus dem Kleinbetrieb entwickelte, entstand umgekehrt im Schleppgeschäft zuerst der Großbetrieb und dann der Kleinbetrieb. Die Einzelschlepper vereinigten sich aber wieder zu Schleppervereinigungen, die zuweilen den Namen „Dampfergenossenschaften" führen. Bei diesen „Schlepp-Vereinigungen" bleibt jedes Mitglied unbeschränkter Herr auf seinem Schiff. So stellten die Mitglieder der „Vereinigten Spediteure und Schiffer", Mannheim, die Schleppkraft dem Partikulierschiffer-Verband „Jus et Justitia", e. V., Duisburg.

Reedereien-Organisationen.

1928 schlossen sich durch losen Vertrag die Reedereien auf dem Rhein zusammen zwecks gegenseitigen Schleppens der Lastschiffe gegen entsprechenden Schlepplohn. 1929 erfolgte dann ein fester Zusammenschluß, der zum badischen und preußischen Rheinschiffahrtskonzern führte. Auf der Elbe erfolgte die Vereinigung der Neuen Norddeutschen Flußdampferschiffahrtsgesellschaft (N. N. F. D.) mit den Vereinigten Elbschiffahrtsgesellschaften A. G. (V. E. G.).

Besonders kennzeichnend für die Entwicklung der Organisationen ist die Zusammenschlußbewegung in der Elbschiffahrt. 1903 erfolgte der Zusammenschluß in der Großschiffahrt und 1907 die Angliederung der „Privatschiffer-Transportgenossenschaft", die 1912 eine Betriebsgemeinschaft mit 150 Dampfern und 1100 Lastschiffen hatte. In diesem Jahr 1912 fanden die Außenseiter eine Stütze in der neugegründeten „Neuen Deutsch-Böhmischen Elbeschiffahrt A.-G.". Im Interesse der Kriegswirtschaft erfolgte 1916 durch Eingreifen des Feldeisenbahnchefs eine Kartellierung, die allen Reedereien bis 1923 Frachten und Schlepplohn vorschrieb. Seit 1925 bestehen hauptsächlich 5 Gesellschaften, die 1926 bis 1927 ein Kartell besaßen von 123 Schleppern mit 65 000 PSe und 1000 Lastschiffen mit 700 000 t Tragfähigkeit. Außerhalb des Kartells standen die Schlesische Dampferkompagnie nebst Berliner Lloyd A.-G. und die Neue Norddeutsche Flußdampfschiffahrts-Gesellschaft. Ende 1929 schlossen diese Außenseiter sich zusammen, die übrigen 5 Reedereien blieben selbständig.

Staatliche Beeinflussung der Organisationen.

Die beschriebenen Vereinigungen sind durch freiwillige Handlungsweise des einzelnen Mitgliedes zustandegekommen. Bis jetzt war die Entwicklung der Binnenschiffahrt ohne direkte Beeinflussung, sei es hemmender oder fördernder Natur, durch den Staat erfolgt, neuerdings greift der Staat selbst in die Struktur der Binnenschiffahrt ein. Eine Erfassung aller Partikulierschiffer hofft man unter dem Druck der 4. Notverordnung zur Sicherung von Wirtschaft und Finanzen vom 8. Dezember 1931 Teil III zu erreichen. Der Staat hofft mit den Mitteln einer Beschränkung des Schiffbaues und der Ausnutzung des vorhandenen Kahn- und Schleppraumes bei öffentlicher Frachtsatznormierung das Mißverhältnis zwischen Angebot und Nachfrage an Tonnage in Form eines Zwangskartelles zu beseitigen.

Die Regierung hat auf Grund der Notverordnung vom 8. 12. 1931 ihre Maßnahmen durchgeführt und die Bildung des Zwangskartells im März 1932 vorgenommen und den Zusammenschluß der Einzelschiffer und der Verladerkreise für Hamburg, Magdeburg, Dresden, Halle, Berlin, Stettin und Breslau nach dem in Breslau bereits bestehenden Ausschuß verlangt. Nach Abschluß dieser Vereinigungen und Errichtung von Frachtausschüssen konnten im April 1932 die gleichzeitig geführten Kartellverhandlungen auf der Elbe zwischen den großen Gesellschaften beendet werden.

Staatliche Organisationen.

Der Staat selbst beteiligt sich durch seinen eigenen Schleppbetrieb in bedeutendem Umfange auf dem Rhein-Weser-Kanal. Er soll auch auf dem Mittellandkanal bis zur Elbe und bis Mag-

deburg eingeführt werden, und es werden außerdem Erwägungen angestellt, ob nicht die Ausdehnung des Schleppmonopols auf alle deutschen Wasserstraßen große Vorteile für das Allgemeinwohl herbeiführen könne. Bis jetzt sind im Deutschen Reich Monopolschleppbetriebe auf dem Elbe-Trave-Kanal (Betrieb erfolgt durch die Handelskammer Lübeck) und auf dem Teltow-Kanal (Betrieb erfolgt durch die Teltow-Kanal A.-G.) vorhanden. Interessant ist die Stellungnahme von Teubert[104]) zu diesem Problem der Einführung eines allgemeinen Schleppmonopols, die durch die Zunahme der Motorselbstfahrer eine Aenderung erfahren mußte. Er führt aus, daß gegenüber der 1910 vom Verfasser vertretenen Auffassung über die Vorteile der Einführung eines Schleppmonopols (geregelter Schiffzug, Verminderung des Aufenthaltes an den Schleusen, feste Schlepptarife, politischer Gewinn, da der Staat erheblich an dem Gedeihen der Binnenschiffahrt beteiligt ist und der Gegensatz zwischen Staatseisenbahn und Wasserstraßen leichter überbrückt werde) heute nach 15 Jahren darauf hingewiesen werden muß, daß die bedeutende und noch keineswegs abgeschlossene Zunahme der motorisierten Frachtschiffe einer Ausdehnung des Schleppmonopols entgegenstehen würde.

Abschluß.

Aus all diesen Triebkräften geht hervor, daß, wenn auch infolge des allgemeinen Krisenzustandes in Industrie und Handel mit dem stark verringerten Bedarf an Rohprodukten und Fertigerzeugnissen eine Ausdehnung der Binnenflotte nicht erwünscht und infolge des schlechten Kapitalmarktes auch nur in geringerem Umfange möglich ist, doch trotz aller Mißlage die große Linie der vergangenen und zukünftigen Entwicklung der Binnenschiffahrt deutlich erkennbar bleiben muß, daß eine ansteigende Konjunktur die Umstellung der Binnenschiffahrt auf Motorbetrieb fördern und ermöglichen wird.

---

[104]) Teubert, zweite Auflage, Seite 992.

Lebenslauf.

Geboren bin ich am 13. April 1896 zu Zittau in Sachsen als Sohn des Majors a. D. und praktischen Arztes Dr. med. Windel. Ich bin evangelisch und besitze die badische Staatsangehörigkeit. An der Oberrealschule zu Heidelberg erhielt ich mein Reifezeugnis 1919, als ich aus dem Kriege, an dem ich von 1914 bis 1919 als Kriegsfreiwilliger und ab 1917 als Leutnant der Reserve teilgenommen habe, zurückkehrte. Wintersemester 1919 begann mein Studium an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe, und im Sommersemester 1922 erlangte ich nach sechssemestrigem Studium die Würde eines Diplom-Ingenieurs im Maschinenbauwesen. Im Wintersemester 1930 und Sommersemester 1931 studierte ich an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster die Staatswissenschaften und legte am 20. Februar 1933 die mündliche Doktorprüfung ab.